

## **Surveying instrument having an optical distance meter**

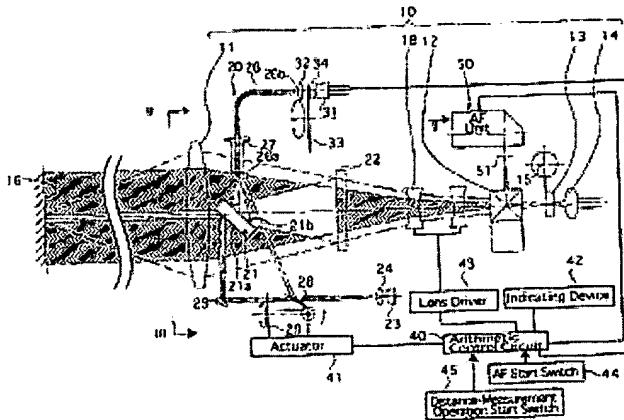
**Patent number:** DE10128484  
**Publication date:** 2002-03-21  
**Inventor:** SHIRAI MASAMI (JP)  
**Applicant:** ASAHI OPTICAL CO LTD (JP)  
**Classification:**  
- **international:** G01C3/08; G01C3/08; (IPC1-7): G01S7/481; G01C3/04;  
G01C15/00; G01S17/08; G02B7/28; G03B13/36  
- **european:** G01C3/08  
**Application number:** DE20011028484 20010612  
**Priority number(s):** JP20000175221 20000612

Also published as:  
 US6469777 (B2)  
 US2001050764 (A1)

### Report a data error here

Abstract not available for DE10128484  
Abstract of correspondent: **US2001050764**

A surveying instrument includes a distance-measuring optical system having an objective lens via which a distance from the surveying instrument to an object is measured; and an optical distance meter which includes a reflection member positioned behind the objective lens, a light-transmitting optical system for transmitting a measuring light toward the object via the reflection member and the objective lens, and a light-receiving optical system for receiving a portion of the measuring light which is reflected by the object, subsequently passed through the objective lens, and not interrupted by the reflection member. The light-receiving optical system includes a plurality of light-guiding optical systems, so that the measuring light which is reflected by the object is selectively incident on an end of one of the plurality of light-guiding optical systems in accordance with the distance from the surveying instrument to the object.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



② Aktenzeichen: 101 28 484.5

② Anmeldedag: 12. 6. 2001

④ Offenlegungstag: 21. 3. 2002

⑩ Unionspriorität:

72 Erfinder:

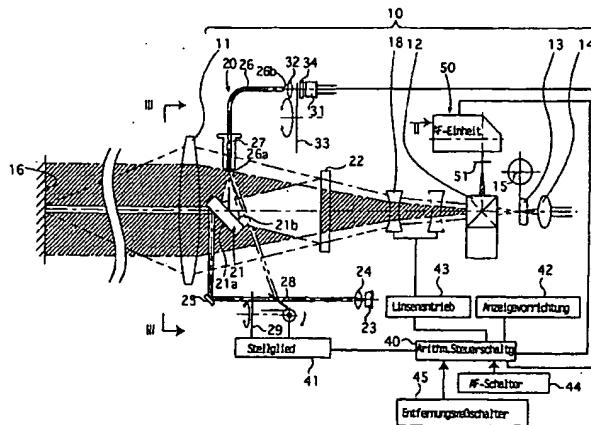
⑦ Anmelder:  
Asahi Kogaku Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑧ Vertreter:  
Schaumburg und Kollegen, 81679 München

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

## 54 Vermessungsinstrument mit optischem Entfernungsmesser

57) Ein Vermessungsinstrument enthält eine Entfernungsmessoptik mit einer Objektivlinse, über welche die Entfernung eines Objektes zu dem Vermessungsinstrument gemessen wird, und einen optischen Entfernungsmesser mit einem hinter der Objektivlinse angeordneten Reflexionselement, einer Sendeoptik zum Aussenden von Messlicht über das Reflexionselement und die Objektivlinse auf das Objekt und einer Empfangsoptik zum Empfangen eines Teils des Messlichtes, der an dem Objekt reflektiert wird, anschließend durch die Objektivlinse tritt und von dem Reflexionselement nicht an seiner Lichtausbreitung gehindert wird. Die Empfangsoptik enthält mehrere Lichtleitoptiken, derart, dass das an dem Objekt reflektierte Messlicht entsprechend der Objektentfernung wahlweise auf das Eintrittsende einer der Lichtleitoptiken geführt wird.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Vermessungsinstrument mit optischem Entfernungsmesser und im engeren Sinne ein Vermessungsinstrument, das einen optischen Entfernungsmesser und eine Schärfenerfassungsvorrichtung hat, die den Scharfstellzustand einer Entfernungsmessoptik, z. B. eines Zielfernrohrs erfassst.

[0002] Zum Messen der Entfernung zwischen zwei Punkten setzt ein Vermessungstechniker üblicherweise einen als Vermessungsinstrument gestalteten elektronischen Entfernungsmesser (EDM) ein. Ein solcher elektronischer Entfernungsmesser berechnet die Entfernung über die Phasendifferenz zwischen projiziertem, d. h. ausgesendetem Licht und reflektiertem Licht sowie über die Anfangsphase internen Referenzlichtes oder über die Zeitdifferenz zwischen projiziertem und reflektiertem Licht.

[0003] Ein typischer elektronischer Entfernungsmesser hat hinter der Objektivlinse seines als Entfernungsmessoptik dienenden Zielfernrohrs einen auf der optischen Achse des Zielfernrohrs angeordneten Lichtsendespiegel (Lichttransmissionsspiegel), um das Messlicht durch die Mitte der Eintrittspupille der Objektivlinse des Zielfernrohrs auf das Zielobjekt zu projizieren. Das Licht, das an dem Zielobjekt reflektiert wird und durch die Objektivlinse des Zielfernrohrs tritt, durchläuft den den Sendespiegel umgebenden Raum und wird über ein wellenlängenselektives Filter und einen Lichtempfangsspiegel eingefangen.

[0004] In einem solchen elektronischen Entfernungsmesser wird das Licht, das an dem Zielobjekt reflektiert wird und durch die Objektivlinse des Zielfernrohrs geht, in um so stärkerem Ausmaß von dem Sendespiegel gesperrt, d. h. in seiner Lichtausbreitung unterbrochen, je näher sich das Zielobjekt an dem Entfernungsmesser befindet. Wird das Licht, das an dem Zielobjekt reflektiert wird und durch die Objektivlinse des Zielfernrohrs geht, in starkem Ausmaß von dem Sendespiegel gesperrt, so nimmt die auf den vorstehend genannten Empfangsspiegel auftreffende Lichtmenge entsprechend ab, was die Genauigkeit der Entfernungsmessung beeinträchtigt oder die Entfernungsmessung sogar unmöglich macht. Zur Vermeidung dieser Probleme sind verschiedene Vorschläge gemacht worden.

[0005] Angesichts der vorstehend genannten Probleme liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Vermessungsinstrument mit einem optischen Entfernungsmesser anzugeben, bei dem diese Probleme in einfacher Weise überwunden werden, ohne die Leistungseigenschaften der von dem optischen Entfernungsmesser vorgenommenen Entfernungsmessung zu beeinträchtigen, wenn die Entfernung zu einem Zielobjekt bei maximal messbarer Entfernung gemessen wird.

[0006] Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Vermessungsinstrument mit einem optischen Entfernungsmesser und einer Schärfenerfassungsvorrichtung zum Erfassen des Scharfstellzustandes einer Entfernungsmessoptik anzugeben, bei dem die vorstehend genannten Probleme in einfacher Weise überwunden werden, ohne die Leistungseigenschaften der von dem optischen Entfernungsmesser vorgenommenen Entfernungsmessung zu beeinträchtigen, wenn die Entfernung zu einem Zielobjekt bei maximal messbarer Entfernung gemessen wird.

[0007] Die Erfindung löst diese Aufgaben durch die Gegebenheiten der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen sind jeweils in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

[0009] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines mit ei-

nem Autofokussystem ausgestatteten elektronischen Entfernungsmessers als erstes Ausführungsbeispiel,

[0010] Fig. 2 eine Schärfenerfassungsvorrichtung und ein Porroprismenaufrichtsystem in Blickrichtung des in Fig. 1 gezeigten Pfeils II,

[0011] Fig. 3 eine Darstellung einer Objektivlinse eines Zielfernrohrs in Blickrichtung der in Fig. 1 gezeigten Pfeile III zur Erläuterung, wie zwei auf der Objektivlinse festgelegte Pupillenbereiche, ein Sende/Empfangsspiegel und ein Lichtleiterbündel zueinander angeordnet sind,

[0012] Fig. 4A eine vergrößerte Seitenansicht eines Eintrittsendes des Lichtleiterbündels und einer dessen Eintrittsende haltenden Lichtleiterhalterung, wobei der Zustand des auf die Eintrittsfläche des Lichtleiterbündels treffenden Messlichtes gezeigt ist, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung zu einem Zielobjekt in großer Entfernung misst,

[0013] Fig. 4B eine Darstellung ähnlich der nach Fig. 4A, die den Zustand des auf die Eintrittsfläche des Lichtleiterbündels treffenden Messlichtes zeigt, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung zu einem Zielobjekt in einer ersten kurzen Entfernung misst,

[0014] Fig. 4C eine Darstellung ähnlich der nach Fig. 4A, die einen anderen Zustand des auf die Eintrittsfläche des Lichtleiterbündels treffenden Messlichtes zeigt, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung zu einem Zielobjekt in einer zweiten kurzen Entfernung misst,

[0015] Fig. 5 eine vergrößerte Seitenansicht eines Austrittsendes des Lichtleiterbündels und die dieses umgebenden Elemente,

[0016] Fig. 6 eine Darstellung ähnlich der nach Fig. 1 mit einem zweiten Ausführungsbeispiel des mit einem Autofokussystem ausgestatteten elektronischen Entfernungsmessers,

[0017] Fig. 7 eine Draufsicht eines in dem elektronischen Entfernungsmesser nach Fig. 6 vorgesehenen Fokussierlinsen-Antriebsmechanismus in Blickrichtung des in Fig. 6 gezeigten Pfeils VI,

[0018] Fig. 8A eine vergrößerte Seitenansicht eines Eintrittsendes eines Lichtleiterbündels und die dieses umgebenden Elemente in dem in Fig. 7 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers, wobei der Zustand des auf die Eintrittsfläche des Lichtleiterbündels treffenden Messlichtes gezeigt ist, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung zu einem Zielobjekt in großer Entfernung misst,

[0019] Fig. 8B eine Darstellung ähnlich der nach Fig. 8A, die den Zustand des auf die Eintrittsfläche des Lichtleiterbündels treffenden Messlichtes zeigt, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung zu einem Zielobjekt in einer ersten kurzen Entfernung misst,

[0020] Fig. 8C eine Darstellung ähnlich der nach Fig. 8A, die den Zustand des auf die Eintrittsfläche des Lichtleiterbündels treffenden Messlichtes zeigt, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung zu einem Zielobjekt in einer zweiten kurzen Entfernung misst,

[0021] Fig. 9A eine Unteransicht der das Eintrittsende des Lichtleiterbündels nach Fig. 8A umgebenden Elemente,

[0022] Fig. 9B eine Unteransicht der das Eintrittsende des Lichtleiterbündels nach Fig. 8B umgebenden Elemente,

[0023] Fig. 9C eine Unteransicht der das Eintrittsende des Lichtleiterbündels nach Fig. 8C umgebenden Elemente,

[0024] Fig. 10 ein Blockdiagramm eines Steuersystems zum Steuern des in Fig. 6 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiels des elektronischen Entfernungsmessers,

[0025] Fig. 11 ein Flussdiagramm eines Prozesses zum Ansteuern einer Lichtabschirmmaske, der von der in Fig. 10 gezeigten Steuerschaltung ausgeführt wird,

[0026] Fig. 12A eine vergrößerte Seitenansicht eines Austrittsendes des Lichtleiterbündels und der dieses umgebenden Elemente in dem in Fig. 6 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers,

[0027] Fig. 12B einen Querschnitt des Lichtleiterbündels entlang der in Fig. 12A gezeigten Linie VII-VII zur Erläuterung, wie die Austrittsfläche des Lichtleiterbündels und das Lichtempfangselement zueinander angeordnet sind,

[0028] Fig. 13 eine vergrößerte Seitenansicht einer anderen Ausführungsform eines grundlegenden Teils des in dem zweiten Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 gezeigten optischen Entfernungsmessers für den Fall, dass für jeden Lichtleiter des Lichtleiterbündels ein Lichtempfangselement vorgesehen ist,

[0029] Fig. 14 ein Flussdiagramm einer anderen Ausführungsform des Prozesses zum Ansteuern der Lichtabschirmmaske, der von der in Fig. 10 gezeigten Steuerschaltung durchgeführt wird,

[0030] Fig. 15A und 15B ein Flussdiagramm einer weiteren Ausführungsform des von der Steuerschaltung nach Fig. 10 durchgeführten Prozesses zum Ansteuern der Lichtabschirmmaske,

[0031] Fig. 16A eine vergrößerte Seitenansicht eines Eintrittsendes eines Lichtleiters und der dieses umgebenden Elemente in einem dritten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers, wobei der Zustand des auf die Eintrittsfläche des Lichtleiters treffenden Messlichtes gezeigt ist, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung zu einem Zielobjekt in großer Entfernung misst,

[0032] Fig. 16B eine Darstellung ähnlich der nach Fig. 16A, die einen anderen Zustand des auf die Eintrittsfläche des Lichtleiters treffenden Messlichtes zeigt, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung zu einem Zielobjekt in einer ersten kurzen Entfernung misst,

[0033] Fig. 16C eine Darstellung ähnlich der nach Fig. 16A, die einen weiteren Zustand des auf die Eintrittsfläche des Lichtleiters treffenden Messlichtes zeigt, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung zu einem Zielobjekt in einer zweiten kurzen Entfernung misst,

[0034] Fig. 17 eine Unteransicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer in den Fig. 16A, 16B und 16C gezeigten Lichtabschirmmaske,

[0035] Fig. 18 eine Unteransicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der in den Fig. 16A, 16B und 16C gezeigten Lichtabschirmmaske,

[0036] Fig. 19A eine Unteransicht eines dritten Ausführungsbeispiels der in den Fig. 16A, 16B und 16C gezeigten Lichtabschirmmaske,

[0037] Fig. 19B eine Unteransicht eines vierten Ausführungsbeispiels der in den Fig. 16A, 16B und 16C gezeigten Lichtabschirmmaske,

[0038] Fig. 20A eine Unteransicht eines fünften Ausführungsbeispiels der in den Fig. 16A, 16B und 16C gezeigten Lichtabschirmmaske,

[0039] Fig. 20B eine Unteransicht eines sechsten Ausführungsbeispiels der in den Fig. 16A, 16B und 16C gezeigten Lichtabschirmmaske,

[0040] Fig. 21 eine Darstellung ähnlich der nach Fig. 1 mit einem anderen Ausführungsbeispiel einer Lichtleitoptik, und

[0041] Fig. 22 eine Darstellung ähnlich der nach Fig. 1 mit einem weiteren Ausführungsbeispiel der Lichtleitoptik.

[0042] Die Fig. 1 bis 5 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen elektronischen Entfernungsmessers (EDM), der mit einem Autofokussystem ausgestattet ist. Der elektronische Entfernungsmesser ist als Vermessungsinstrument mit Zielfernrohr (Zieloptik/Entfernungsmessoptik) 10 und optischem Entfernungsmesser 20 ausge-

staltet. Wie in Fig. 1 gezeigt, enthält das Zielfernrohr 10 eine Objektivlinse 11, eine Fokussier- oder Scharstelllinse 18, ein Porroprismenaufrichtsystem 12, eine Bildebenenplatte (Fadenkreuzplatte) 13 und ein Okular 14, die in dieser Reihenfolge vom Objekt her, d. h. in Fig. 1 von links nach rechts angeordnet sind. Auf der Bildebenenplatte 13 ist ein Fadenkreuz 15 vorgesehen. Die Fokussierlinse 18 ist längs einer optischen Achse des Zielfernrohrs 10 geführt. Das durch die Objektivlinse 11 erzeugte Bild des Zielobjektes 16 kann präzise auf die der Objektivlinse 11 zugewandte Vorderfläche der Bildebenenplatte 13 fokussiert werden, indem die axiale Position der Fokussierlinse 18 entsprechend der Entfernung des Zielobjektes 16 bezüglich des Zielfernrohrs 10 eingestellt wird. Der Benutzer des Vermessungsinstrumentes, in der Regel ein Vermessungstechniker, visiert über das Okular 14 ein vergrößertes Bild des Zielobjektes 16 an, das auf die Bildebenenplatte 13 fokussiert ist.

[0043] Der elektronische Entfernungsmesser hat hinter der Objektivlinse 11 des Zielfernrohrs 10 einen Lichtsende-/empfangsspiegel (Reflexionselement) 21 und einen wellenlängenselektiven Spiegel (wellenlängenselektives Filter) 22, die in dieser Reihenfolge vom Objekt her angeordnet sind. Der Sende-/Empfangsspiegel 21 besteht aus einem Parallelplattenspiegel mit einer Vorderfläche und einer hierzu parallelen Rückfläche, die auf der optischen Achse der Objektivlinse 11 angeordnet sind. Die der Objektivlinse 11 zugewandte Vorderfläche des Parallelplattenspiegels ist als Lichtsendespiegel 21a ausgebildet, während die dem wellenlängenselektiven Spiegel 22 zugewandte Rückfläche des Parallelplattenspiegels als Lichtempfangsspiegel 21b ausgebildet ist. Der Empfangsspiegel 21b und der wellenlängenselektive Spiegel 22 bilden grundlegende optische Elemente einer Lichtempfangsoptik des optischen Entfernungsmessers 20.

[0044] Der optische Entfernungsmesser 20 hat ein Lichtaussendeelement 23, z. B. eine Laserdiode, das Licht (Messlicht) einer bestimmten Wellenlänge aussendet. Das von dem Lichtaussendeelement 23 abgegebene Messlicht trifft über eine Kollimatorlinse 24 und einen festen Spiegel 25 auf den Sendespiegel 21a. Das Messlicht, das von dem Lichtaussendeelement 23 auf den Sendespiegel 21a ausgegeben wird, wird an letzterem reflektiert und läuft längs der optischen Achse der Objektivlinse 11 auf das Zielobjekt zu. Die Kollimatorlinse 24, der feste Spiegel 25 und der Sendespiegel 21a (Sende-/Empfangsspiegel 21) bilden grundlegende optische Elemente einer Sendeoptik des optischen Entfernungsmessers 20.

[0045] Der Teil des an dem Zielobjekt 16 reflektierten und anschließend durch die Objektivlinse 11 tretenden Messlichtes, der von dem Sende-/Empfangsspiegel 21 nicht gesperrt wird, wird schließlich an dem wellenlängenselektiven Spiegel 22 zurück auf den Empfangsspiegel 21b reflektiert. Anschließend reflektiert der Empfangsspiegel 21b das auf ihn treffende Messlicht so, dass dieses in eine Eintrittsfläche 26a eines lichtempfangenden Lichtleiterbündels (Lichtleiterbündel) 26 eintritt. Eine Lichtleiterhalterung 27 hält das Eintrittsende des Lichtleiterbündels 26, an dem die Eintrittsfläche 26a ausgebildet ist. Die Lichtleiterhalterung 27 ist über eine nicht dargestellte Befestigungsvorrichtung, die sich in einem Raum hinter der Objektivlinse 11 befindet, zusammen mit dem Sende-/Empfangsspiegel 21 unbeweglich gehalten.

[0046] Der elektronische Entfernungsmesser hat in einem Entfernungsmessstrahlengang zwischen dem Lichtaussendeelement 23 und dem festen Spiegel 25 einen Umschaltspiegel 28 und ein ND-Filter 29. Das von dem Lichtaussendeelement 23 abgegebene Licht trifft als Messlicht auf den festen Spiegel 25, wenn der Umschaltspiegel 28 aus dem

Entfernungsmessstrahlengang zwischen der Kollimatorlinse 24 und dem festen Spiegel 25 herausgezogen ist. Dagegen wird das von dem Lichtaussendeelement 23 abgegebene Licht als internes Referenzlicht an dem Umschaltspiegel 28 direkt auf die Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 reflektiert, wenn sich der Umschaltspiegel 28 in dem Entfernungsmessstrahlengang zwischen der Kollimatorlinse 24 und dem festen Spiegel 25 befindet. Das ND-Filter 29 dient dazu, die Menge des auf das Zielobjekt 16 treffenden Messlichtes einzustellen.

[0047] Der elektronische Entfernungsmesser hat zwischen einer Austrittsfläche 26b des Lichtleiterbündels 26 und einem Lichtempfangselement 31 eine Kondensorlinse 32, ein ND-Filter 33 und ein Bandpassfilter 34, die in dieser Reihenfolge von der Austrittsfläche 26b zum Lichtempfangselement 31 hin angeordnet sind. Das Lichtempfangselement 31 ist an eine arithmetische Steuerschaltung (Steuerung) 40 angeschlossen. Die arithmetische Steuerschaltung 40 ist mit einem Stellglied 41, das den Umschaltspiegel 28 antreibt, und einer Anzeigevorrichtung 42, z. B. einem LCD-Feld verbunden, das die berechnete Entfernung anzeigt.

[0048] Bekanntlich arbeitet ein optischer Entfernungsmesser wie der Entfernungsmesser 20 in zwei verschiedenen Betriebszuständen: In einem ersten Zustand wird das von dem Lichtaussendeelement 23 abgegebene Messlicht dem festen Spiegel 25 zugeführt. In dem anderen Zustand wird das gleiche Licht als internes Referenzlicht direkt der Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 zugeführt. Die beiden vorstehend genannten Zustände sind durch den Schaltzustand des Umschaltspiegels 28 festgelegt, den die Steuerschaltung 40 über das Stellglied 41 ansteuert. Wie oben beschrieben, wird das dem festen Spiegel 25 zugeführte Messlicht über den Sendespiegel 21a und die Objektivlinse 11 auf das Zielobjekt 16 projiziert. Das an dem Zielobjekt 16 reflektierte Messlicht trifft über die Objektivlinse 11, den wellenlängenselektiven Spiegel 22 und den Lichtempfangsspiegel 21b auf die Eintrittsfläche 26a. Anschließend empfängt das Lichtempfangselement 31 sowohl das Messlicht, das an dem Zielobjekt 16 reflektiert wird und schließlich auf die Eintrittsfläche 26a trifft, als auch das interne Referenzlicht, das der Eintrittsfläche 26a direkt über den Umschaltspiegel 28 zugeführt wird. Die arithmetische Steuerschaltung 40 erfasst die Phasendifferenz zwischen dem projizierten Licht und dem reflektierten Licht sowie die Anfangsphase des internen Referenzlichtes oder aber die Zeitdifferenz zwischen dem projizierten und dem reflektierten Licht, um daraus die Entfernung des Zielobjektes 16 von dem elektronischen Entfernungsmesser zu berechnen. Die berechnete Entfernung wird an der Anzeigevorrichtung 42 angezeigt. Das Berechnen der Entfernung aus der Phasendifferenz zwischen projiziertem Licht und reflektiertem Licht sowie der Anfangsphase des internen Referenzlichtes oder aus der Zeitdifferenz zwischen projiziertem und reflektiertem Licht sind aus dem Stand der Technik bekannt.

[0049] Das Porroprismenaufrichtsystem 12 ist mit einer Strahlteilerfläche versehen, die das aufstrebende Lichtbündel in zwei Lichtbündel aufspaltet, von denen eines auf eine nach dem Prinzip der Phasendifferenzfassung arbeitende AF-Sensoreinheit (Schärfenerfassungsvorrichtung) 50, die im Folgenden kurz als AF-Einheit bezeichnet wird, zuläuft, während das andere auf das Okular 14 zuläuft. Zwischen dem Porroprismenaufrichtsystem 12 und der AF-Einheit 50 ist eine Referenzbildecke 51 an einer Stelle ausgebildet, die optisch äquivalent zu der Position ist, in der sich das Fadenkreuz 15 der Bildebenenplatte 13 befindet. Die AF-Einheit 50 erfasst den Scharfstellzustand, d. h. den Defokusbetrag und die Richtung der Fokusverschiebung, in der Referenzbildecke 51. Fig. 2 zeigt die AF-Einheit 50 und das

Porroprismenaufrichtsystem 12 in einer schematischen Darstellung. Die AF-Einheit 50 enthält eine Kondensorlinse 52, ein Paar Separatorlinsen 53, ein Paar Separatormasken 55, das sich in enger räumlicher Nähe zu dem Paar Separatorlinsen 53 befindet, sowie ein Paar Liniensensoren, z. B. Mehrsegment-CCD-Sensoren 54, die hinter den jeweiligen Separatorlinsen 53 angeordnet sind. Die beiden Separatorlinsen 53 sind um die Basislänge voneinander beabstandet. Das in der Referenzbildecke 51 erzeugte Bild des Zielobjektes 11

10 wird von den beiden Separatorlinsen 53 in zwei Bilder geteilt, von denen eines auf dem einen Liniensensor und das andere auf dem anderen Liniensensor 54 erzeugt wird. Die beiden Liniensensoren 54 enthalten jeweils eine Anordnung fotoelektrischer Wanderelemente. Jedes dieser Wanderelemente wandelt das empfangene Licht eines Bildes in elektrische Ladungen, die integriert, d. h. gesammelt werden, und gibt die integrierte elektrische Ladung als AF-Sensordaten an die arithmetische Steuerschaltung 40 aus. Die Steuerschaltung 40 berechnet in einer vorbestimmten Defokusoperation einen Defokusbetrag entsprechend einem Paar AF-Sensordaten, die von dem Paar Liniensensoren 54 ausgegeben werden. In einer Autofokusoperation steuert die Steuerschaltung 40 die Fokussierlinse 18 über einen in Fig. 1 gezeigten Linsenantrieb 43 entsprechend dem berechneten Defokusbetrag so an, dass auf das Zielobjekt 16 scharfgestellt wird. Die Defokusoperation ist aus dem Stand der Technik bekannt. Ein AF-Schalter 44 zum Starten der AF-Operation und ein Entfernungsmessschalter 45 zum Starten der Entfernungsmessung sind an die Steuerschaltung 40 angeschlossen.

[0050] Die AF-Einheit 50 erfasst den Scharfstellzustand aus den beiden Bildern, die die beiden Lichtbündel, die durch zwei verschiedene auf der Objektivlinse 11 festgelegte Pupillenbereiche 11A und 11B treten, auf den beiden Liniensensoren 54 erzeugen. Die Form jedes der beiden Pupillenbereiche 11A und 11B ist durch die Form der Apertur, d. h. der Öffnung festgelegt, die auf einer jeweils zugehörigen von zwei Separatormasken 55 ausgebildet ist. Die Separatormasken 55 sind zwischen der Kondensorlinse 52 und den beiden Separatorlinsen 53 angeordnet und befinden sich nahe den jeweiligen Separatorlinsen 53. Die in Fig. 1 bis 3 gezeigten schraffierten Bereiche geben Bereiche an, die den Pupillenbereichen entsprechen, die durch die Öffnungen der beiden Separatormasken 55 festgelegt sind.

[0051] Fig. 3 zeigt, wie die beiden Pupillenbereiche 11A und 11B zueinander sowie der Sende-/Empfangsspiegel 21 und der Lichtleiterbündel 26 (Lichtleiterhalterung 27) des optischen Entfernungsmessers 20 zueinander angeordnet sind. Die Positionen, die Formen und die Ausrichtungen der beiden Pupillenbereiche 11A und 11B sind durch die Kondensorlinse 52, die beiden Separatorlinsen 53, die beiden Separatormasken 55 und die Anordnung der fotoelektrischen Wanderelemente auf jedem Liniensensor 54 so festgelegt, dass die Autofokus-Leistungsanforderungen erfüllt sind. Die Positionen der beiden Pupillenbereiche 11A und 11B relativ zur Mitte der Objektivlinse 11 können jedoch vergleichsweise frei festgelegt werden. Ferner sind die Positionen der beiden Pupillenbereiche 11A und 11B so festgelegt, dass sie nicht in Konflikt mit dem Strahlengang des an dem Sendespiegel 21a reflektierten Messlichtes geraten. Der Sende/Empfangsspiegel 21 ist mit anderen Worten so angeordnet, dass er die beiden Pupillenbereiche 11A und 11B nicht stört. In dem erläuterten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers wird das Zielfernrohr 10 als Entfernungsmessoptik des elektronischen Entfernungsmessers eingesetzt. Es kann jedoch auch eine andere Optik, die unabhängig von dem Zielfernrohr 10 ist, als Entfernungsmessoptik des elektronischen Entfernungsmessers verwendet werden.

det werden.

[0052] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers mit oben erläutertem Aufbau besteht das Lichtleiterbündel 26 des optischen Entfernungsmessers 20 aus drei lichtempfängenden Lichtleitern, nämlich einem ersten Lichtleiter 26m als erster Lichtleitoptik, einem zweiten Lichtleiter 26n als zweiter Lichtleitoptik und einem dritten Lichtleiter 26f als dritter Lichtleitoptik. Der erste, der zweite und der dritte Lichtleiter 26m, 26n, 26f sind an der Lichtleiterhalterung 27 so gehalten, dass die Mittelachsen ihrer Eintrittsflächen, wie in den Fig. 4A, 4B und 4C gezeigt, in einer geraden Linie (in den Fig. 4A, 4B und 4C eine horizontale gerade Linie) angeordnet sind. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass unabhängig davon, ob sich das Zielobjekt in geringer oder großer Entfernung befindet, eine ausreichende Menge des an dem Zielobjekt 16 reflektierten Messlichtes auf die Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 trifft. Beispielsweise wird das an dem Zielobjekt 16 reflektierte Messlicht von dem ersten Lichtleiter 26m empfangen, wenn sich das Zielobjekt 16 in einer Entfernung von etwa 2,5 m (erste kurze Entfernung) befindet, während es von dem zweiten Lichtleiter 26n empfangen wird, wenn sich das Zielobjekt 16 in einer Entfernung von etwa 1 m (zweite kurze Entfernung) befindet, oder von dem dritten Lichtleiter 26f, wenn sich das Zielobjekt in einer großen Entfernung befindet, die größer als die erste kurze Entfernung ist. Unter den drei Lichtleitern 26m, 26n und 26f wird nämlich ein Lichtleiter, auf dessen Eintrittsfläche das an dem Zielobjekt 16 reflektierte Messlicht geleitet wird, in Abhängigkeit der berechneten Entfernung ausgewählt, da der Auftreffpunkt des Messlichtes, das an dem Zielobjekt 16 reflektiert wird, anschließend durch die Objektivlinse 11 geht und von dem Sende-/Empfangsspiegel 21 nicht gesperrt wird, auf der Eintrittsfläche 26a entsprechend der Änderung der Entfernung des Zielobjektes 16 von dem elektronischen Entfernungsmesser variiert, wie die Fig. 4A, 4B und 4C zeigen. Wie die Fig. 4A, 4B und 4C weiterhin zeigen, verläuft der Eintrittsabschnitt des dritten Lichtleiters 26f, der an der Lichtleiterhalterung 27 gehalten ist, derart, dass dessen Achse mit einer Achse O des auf die Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 treffenden Messlichtes zusammenfällt. Im Gegensatz zu dem Eintrittsabschnitt des dritten Lichtleiters 26f verläuft der Eintrittsabschnitt des ersten Lichtleiters 26m, der ebenso an der Lichtleiterhalterung 27 gehalten ist, derart, dass dessen Achse um einen vorbestimmten Abstand (erster Abstand) parallel zur Achse O des auf die Eintrittsfläche 26a treffenden Messlichtes parallel versetzt ist. Der Eintrittsabschnitt des zweiten Lichtleiters 26n, der ebenfalls an der Lichtleiterhalterung 27 gehalten ist, verläuft derart, dass dessen Achse um einen anderen vorbestimmten Abstand (zweiter Abstand), der größer als der vorstehend genannte erste Abstand ist, zur Achse O des auf der Eintrittsfläche 26a treffenden Messlichtes parallel versetzt ist.

[0053] Fig. 4A zeigt, schraffiert angedeutet, das Messlicht, das auf die Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 trifft, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des Zielobjektes 16 in großer Entfernung misst. Fig. 4B zeigt, schraffiert angedeutet, das Messlicht, das auf die Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 trifft, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des in der ersten kurzen Entfernung angeordneten Zielobjektes 16 misst. Schließlich zeigt Fig. 4C, schraffiert angedeutet, das Messlicht, das auf die Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 trifft, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des in der zweiten kurzen Entfernung angeordneten Zielobjektes 16 misst. Misst der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des in großer Entfernung ange-

ordneten Zielobjektes 16, so trifft überhaupt kein Messlicht auf den ersten Lichtleiter 26m und den zweiten Lichtleiter 26n, wie Fig. 4A zeigt. Jedoch trifft die Entfernungsmessung nachteilig beeinflussendes Licht wie direktes oder reflektiertes Sonnenlicht auf den ersten und den zweiten Lichtleiter 26m, 26n. Insbesondere wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des in großer Entfernung angeordneten Zielobjektes 16 misst, wird diese nachteilige Beeinflussung der Entfernungsmessung beträchtlich, da das auf die Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 treffende Licht in diesem Fall schwach ist. Der Durchmesser des ersten und des zweiten Lichtleiters 26m, 26n ist deshalb kleiner bemessen als der des dritten Lichtleiters 26f. Der erste und der zweite Lichtleiter 26m, 26n haben gleichen Durchmesser. Misst der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des in geringer Entfernung angeordneten Zielobjektes 16, so verursachen die kleinen Durchmesser des ersten und des zweiten Lichtleiters 26m, 26n keine Probleme, da in diesem Fall eine ausreichende Menge an Messlicht auf die Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 trifft.

[0054] Wie in Fig. 5 gezeigt, sind die Austrittsabschnitte der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f eng zu einem Bündel zusammengefasst, und zwar derart, dass sie linear zueinander verlaufen. Das Lichtbündel, das durch jeden der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f tritt, fällt über die Kondensorlinse 32, das ND-Filter 33 und das Bandpassfilter 34 auf das Lichtempfangelement 31.

[0055] Der mit einem Autofokussystem ausgestattete elektronische Entfernungsmesser mit oben erläutertem Aufbau führt eine Entfernungsmessung in nachfolgend beschriebener Weise durch. Im ersten Schritt visiert der Benutzer das Zielobjekt 16 mit dem Zielfernrohr 10 so an, dass dessen optische Achse im Wesentlichen auf das Zielobjekt 16 ausgerichtet ist, während er das Zielobjekt 16 durch einen nicht dargestellten Kollimator betrachtet, der an dem Zielfernrohr 10 angebracht ist. Im zweiten Schritt drückt der Benutzer den AF-Schalter 44, um die Autofokusoperation durchzuführen und so die Fokussierlinse 18 in ihre Scharstellposition relativ zu dem Zielobjekt 16 zu bringen. Im dritten Schritt richtet der Benutzer bei auf das Zielobjekt 16 scharfgestelltem Zielfernrohr 10 letzteres so aus, dass das durch das Okular 14 betrachtete Fadenkreuz 15 präzise auf das Zielobjekt 16 zentriert ist. Dabei blickt er in das Okular 14. Durch präzises Zentrieren des Fadenkreuzes 15 auf das Zielobjekt 16 kann das von dem Lichtaussendeelement 23 des optischen Entfernungsmessers 20 abgegebene Messlicht so auf das Zielobjekt 16 ausgesendet werden, dass es präzise auf das Zielobjekt 16 trifft. Im vierten Schritt drückt der Benutzer den Entfernungsmessschalter 45, um die oben erläuterte Entfernungsberechnung durchzuführen. Die berechnete Entfernung wird dann auf der Anzeigevorrichtung 42 angezeigt.

[0056] Da in dem oben erläuterten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers das an dem Zielobjekt 16 reflektierte Messlicht wahlweise in die Eintrittsfläche desjenigen der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f gelangt, der der Entfernung des Zielobjektes 16 von dem elektronischen Entfernungsmesser zugeordnet ist, fällt unabhängig davon, ob sich das Zielobjekt 16 in geringer oder großer Entfernung befindet, eine ausreichende Menge des an dem Zielobjekt 16 reflektierten Messlichtes auf das Lichtempfangelement 31. Dadurch kann eine Verschlechterung der Genauigkeit in der Entfernungsmessung vermieden werden. Der Sende-/Empfangsspiegel 21 und das Lichtleiterbündel 26 (Lichtleiterhalterung 27) des optischen Entfernungsmessers 20 sind so angeordnet, dass sie die beiden Pupillenbereiche 11A und 11B nicht stören und so die AF-Einheit 50,

welche die durch die beiden Pupillenbereiche 11A und 11B tretenden Lichtbündel nutzt, nicht nachteilig beeinflussen. Dadurch ist eine genaue Autofokusoperation sichergestellt. In dem oben erläuterten ersten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers ist die Erfindung auf ein Vermessungsinstrument angewandt, das mit einem Autofokusystem ausgestattet ist. Die Erfindung kann jedoch auch auf ein Vermessungsinstrument angewendet werden, die nicht mit einem Autofokusystem ausgestattet ist.

[0057] Die Fig. 6 bis 12B zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel des mit einem Autofokusystem ausgestatteten elektronischen Entfernungsmessers. Das zweite Ausführungsbeispiel ist im Wesentlichen gleich dem ersten Ausführungsbeispiel, abgesehen davon, dass eine sektorförmige Lichtabschirmmaske 70, die mehrere Aperturen oder Öffnungen 70a, 70b und 70c unterschiedlichen Durchmessers hat, unmittelbar unterhalb der Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 zwischen dieser und dem Empfangsspiegel 21b angeordnet ist, und dass der elektronische Entfernungsmesser eine Steuerschaltung 80 hat, die die Funktion, d. h. die Stellung der Lichtabschirmmaske 70 steuert, wobei die Steuerschaltung 80 einen Detektor für die Maskenstellung bildet. Teile oder Elemente des zweiten Ausführungsbeispiels, die identisch mit denen des ersten Ausführungsbeispiels sind, sind mit den entsprechenden Bezugszeichen des ersten Ausführungsbeispiels versehen und werden im Folgenden nicht nochmals im Detail erläutert.

[0058] Wie in den Fig. 9A, 9B und 9C gezeigt, ist die Lichtabschirmmaske 70 an einer Antriebswelle 73a eines Motors (Verstellvorrichtung) 73 befestigt und hat die Form eines Sektors, dessen Mitte mit der Achse der Antriebswelle 73a zusammenfällt. Die Lichtabschirmmaske 70 hat drei Öffnungen, nämlich eine kleine Öffnung 70a, eine mittlere Öffnung 70b und eine große Öffnung 70c in unterschiedlichen Abständen von der Antriebswelle 73a. Der Durchmesser der kleinen Öffnung 70a ist kleiner als der der mittleren Öffnung 70b und deren Durchmesser kleiner als der der großen Öffnung 70c. Wie in den Fig. 8A, 8B und 8C gezeigt, wird durch Vorwärts- oder Rückwärtsdrehen der Antriebswelle 73a des Motors 73 die kleine Öffnung 70a unmittelbar unter der Eintrittsfläche des dritten Lichtleiters 26f, die mittlere Öffnung 70b unmittelbar unter der Eintrittsfläche des ersten Lichtleiters 26m und die große Öffnung 70c unmittelbar unter der Eintrittsfläche des zweiten Lichtleiters 26n angeordnet. Der Motor 73 enthält einen nicht dargestellten Sensor zum Bestimmen, welche der Öffnungen 70a, 70b und 70c sich gerade unmittelbar unterhalb der Eintrittsfläche welchen Lichtleiters 26m, 26n oder 26f befindet. In dem zweiten Ausführungsbeispiel sind die Durchmesser der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f identisch, während in dem ersten Ausführungsbeispiel die Durchmesser des ersten und des zweiten Lichtleiters 26m, 26n kleiner sind als der Durchmesser des dritten Lichtleiters 26f.

[0059] Wie den Fig. 8A, 8B, 8C, 9A, 9B und 9C zu entnehmen, ist die Lichtabschirmmaske 70 in einer in den Fig. 8A und 9A gezeigten Fernstellung angeordnet, wenn sich das Zielobjekt 16 in der oben genannten großen Entfernung befindet, während sie in einer in den Fig. 8B und 9B gezeigten ersten Nahstellung B angeordnet ist, wenn sich das Zielobjekt 16 in der oben genannten ersten geringen Entfernung befindet, und sie in einer in den Fig. 8C und 9C gezeigten zweiten Darstellung C angeordnet ist, wenn sich das Zielobjekt 16 in der oben genannten zweiten geringen Entfernung befindet. Ist die Lichtabschirmmaske 70 in der in den Fig. 8A und 9A gezeigten Fernstellung A angeordnet, so befindet sich die kleine Öffnung 70a unmittelbar unterhalb der Eintrittsfläche des dritten Lichtleiters 26f, so dass das an dem Empfangsspiegel 21b reflektierte Messlicht nur auf die Ein-

trittsfläche des dritten Lichtleiters 26f trifft. Ist die Lichtabschirmmaske 70 in der in den Fig. 8B und 9B gezeigten ersten Nahstellung B angeordnet, so befindet sich die mittlere Öffnung 70b unmittelbar unterhalb der Eintrittsfläche des ersten Lichtleiters 26m, so dass das an dem Empfangsspiegel 21b reflektierte Messlicht nur auf die Eintrittsfläche des ersten Lichtleiters 26m trifft. Ist die Lichtabschirmmaske 70 in der in den Fig. 8C und 9C gezeigten zweiten Nahstellung C angeordnet, so befindet sich die große Öffnung 70c unmittelbar unterhalb der Eintrittsfläche des zweiten Lichtleiters 26n, so dass das an dem Empfangsspiegel 21b reflektierte Messlicht nur auf die Eintrittsfläche des zweiten Lichtleiters 26n trifft. Indem die Drehstellung der Lichtabschirmmaske 70 in Abhängigkeit der berechneten Entfernung geändert wird, kann so verhindert werden, dass die Entfernungsmessung nachteilig beeinflussendes Licht wie direktes oder reflektiertes Sonnenlicht auf die drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f trifft. Da in dem zweiten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers die Entfernungsmessung nachteilig beeinflussendes Licht wie direktes oder reflektiertes Sonnenlicht durch die Lichtabschirmmaske 70 entsprechend der berechneten Entfernung gesperrt wird, treten selbst dann keine Probleme auf, wenn die Durchmesser der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f gleich sind. Dies ist besonders wirkungsvoll, wenn ein Zielobjekt mit extrem geringem Reflexionsvermögen anvisiert wird, da die an diesem Objekt reflektierten Lichtstrahlen selbst in einem Bereich geringer Entfernung schwach sind.

[0060] In dem zweiten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers sind die Austrittsabschnitte der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f dicht derart zu einem Bündel gebunden, dass die Mittelachsen der Austrittsflächen der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f auf einem Kreis g um die Achse Os des Lichtempfangselementes 31 herum angeordnet sind, wie Fig. 12B zeigt. Bekanntlich variiert die Empfänglichkeit eines Lichtempfangselementes entsprechend der Änderung des Aufstreffpunktes des einfallenden Lichtes auf dem Lichtempfangselement. Da bei der in Fig. 12B gezeigten Anordnung das von dem Empfangsspiegel 21B auf das Lichtempfangselement 31 reflektierte Messlicht an einem Aufstreffpunkt auf das Lichtempfangselement 31 einfällt, dessen Abstand von der Achse Os des Lichtempfangselementes 31 unabhängig davon, welcher der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f gerade das Messlicht führt, stets der gleiche ist, ist die Änderung der Empfindlichkeit des Lichtempfangselementes 31 infolge einer Änderung des Aufstreffpunktes des Messlichtes auf dem Lichtempfangselement 31 minimiert.

[0061] Wie in Fig. 6 gezeigt, ist die Fokussierlinse 18 an einem Linsenrahmen 19 gehalten. Der Linsenrahmen 19 ist längs der optischen Achse des Zielfernrohrs 10 geführt und hat eine Zahnstange 19a, die parallel zur optischen Achse verläuft. Der elektronische Entfernungsmesser enthält einen AF-Motor (Autofokusmechanismus) 60, wie in Fig. 7 gezeigt ist. Ein Ritzel 61, das in die Zahnstange 19a eingreift, ist an einer drehenden Antriebswelle des AF-Motors 60 befestigt. Bei diesem Aufbau wird die an dem Linsenrahmen 19 gehaltene Fokussierlinse 18 durch den Antrieb des AF-Motors 60 längs der optischen Achse bewegt. Wie in Fig. 7 gezeigt, hat der elektronische Entfernungsmesser einen Codierer (Winkelsensor/Vorrichtung zum Erfassen der Linsenposition) 62, der dem AF-Motor 60 zugeordnet ist. In dem erläuterten Ausführungsbeispiel ist der Codierer 62 ein optischer Codierer, der eine Drehscheibe 62a mit mehreren nicht gezeigten radialen Schlitten sowie einen Lichtsensor 62b hat, der einen Lichtsender und einen Lichtempfänger enthält. Lichtsender und Lichtempfänger sind dabei auf entgegengesetzten Seiten der Drehscheibe 62a angeordnet. Der

Codierer 62 gibt an die Steuerschaltung 80 ein Impulssignal aus, das dem Drehbetrag (Drehwinkel) des AF-Motors 60 entspricht.

[0062] Fig. 10 ist ein Blockdiagramm eines Steuersystems, das den AF-Motor 60, den Codierer 62, den Motor 73, die Steuerschaltung (Steuerung) 80 und einen externen Speicher 81, z. B. einen EEPROM enthält. Dieses Steuersystem wird von der Steuerschaltung 80 gesteuert. Mit Zuführen eines Startsignals aus der arithmetischen Steuerschaltung 40 steuert die Steuerschaltung 80 den AF-Motor 60 entsprechend dem von dem Codierer 62 zugeführten Impulssignal. Der AF-Motor 60 hält an, unmittelbar nachdem die Impulszahl des von dem Codierer 62 ausgegebenen Impulssignals den Wert erreicht hat, der dem von der Steuerschaltung 40 berechneten Defokuswert entspricht. Die Impulszahl des von dem Codierer 62 ausgegebenen Impulssignals wird in einem Speicher 80a gespeichert, der in der Steuerschaltung 80 vorgesehen ist. In dem externen Speicher 81 sind Informationen gespeichert, um festzustellen, ob die axiale Position der Fokussierlinse 18, die dem von dem Codierer 62 erfassten Drehwert (Drehwinkel) des Motors 60 entspricht, in einem ersten Nahbereich (erster Nah-Scharstellbereich), einem zweiten Nahbereich (zweiter Nah-Scharstellbereich) oder in einem Fernbereich (Fern-Scharstellbereich) liegt. Die oben genannte erste kurze Entfernung ist in dem ersten Nahbereich, die oben genannte zweite kurze Entfernung in dem zweiten Nahbereich und die oben genannte große Entfernung in dem Fernbereich enthalten. Der erste Nahbereich und der zweite Nahbereich sind jeweils als Entfernungsbereich festgelegt, in dem ein Großteil des an dem Zielobjekt 16 reflektierten und durch die Objektivlinse 11 tretenden Messlichtes von dem Sende/Empfangsspiegel 21 in einem Ausmaß gesperrt wird, dass die auf die Eintrittsfläche 26a des Lichtleiterbündels 26 treffende Beleuchtungsmenge nicht mehr ausreicht, um die Entfernungsmessung durchzuführen, wenn sich die Lichtabschirmmaske 70 in der in den Fig. 8A und 9A gezeigten Nahstellung A befindet. Die Grenze des ersten Nahbereichs entsprechend der Grenze zwischen erstem Nahbereich und Fernbereich kann durch Ändern beispielsweise der Größe des Sende-/Empfangsspiegels 21 und des Durchmessers des Lichtleiterbündels 26 festgelegt werden. Entsprechend kann die Grenze des zweiten Nahbereichs entsprechend der Grenze zwischen erstem und zweitem Nahbereich ebenfalls durch Ändern z. B. der Größe des Sende-/Empfangsspiegels 21 und des Durchmessers des Lichtleiterbündels 26 festgelegt werden. Der die Lichtabschirmmaske 70 bewegende Motor 73 ist an die Steuerschaltung 80 angeschlossen.

[0063] Fig. 11 zeigt einen Prozess zum Ansteuern der Lichtabschirmmaske 70 bei eingeschaltetem Entfernungsmessschalter 45. Dieser Prozess wird von der Steuerschaltung 80 durchgeführt. Zunächst wird in Schritt S101 die axiale Position der Fokussierlinse 18 entsprechend der in dem Speicher 80a gespeicherten Impulszahl erfasst. Anschließend wird in Schritt S102 unter Bezugnahme auf die in dem externen Speicher 81 gespeicherte Information ermittelt, ob die erfasste Position der Fokussierlinse 18 in einem vorbestimmten Nahbereich liegt, der den ersten und den zweiten Nahbereich umfasst. Ist dies der Fall (Ja in Schritt S102), so wird in Schritt S103 ermittelt, ob die erfasste Position der Fokussierlinse in dem ersten Nahbereich liegt. Ist dies der Fall (Ja in Schritt S103), so wird in Schritt S104 ermittelt, ob die Lichtabschirmmaske 70 in der in den Fig. 8B und 9B gezeigten ersten Nahstellung angeordnet ist. Die Drehstellung der Lichtabschirmmaske 70 wird über den vorstehend genannten, nicht gezeigten Sensor erfasst, der in dem Motor 73 vorgesehen ist. Wird in Schritt S104 ermittelt, dass die Lichtabschirmmaske 70 nicht in der ersten Nahstel-

lung B angeordnet ist (Nein in Schritt S104), so wird der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass diese in der ersten Nahstellung B angeordnet wird (Schritt S105), und der Steuerablauf endet. Wird dagegen in Schritt S104 festgestellt, dass sich die Lichtabschirmmaske 70 in der ersten Nahstellung B befindet (Ja in Schritt S104), so endet der Steuerablauf. Wird in Schritt S103 festgestellt, dass die erfasste Position der Fokussierlinse 18 nicht in dem ersten Nahbereich liegt (Nein in Schritt S103), so wird in Schritt S106 ermittelt, ob die Lichtabschirmmaske 70 in der in den Fig. 8C und 9C gezeigten zweiten Nahstellung C angeordnet ist. Wird in Schritt S106 festgestellt, dass sich die Lichtabschirmmaske 70 nicht in der zweiten Nahstellung C befindet (Nein in Schritt S106), so wird in Schritt S107 der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass diese in der zweiten Nahstellung C angeordnet wird, und der Steuerablauf endet. Wird dagegen in Schritt S106 festgestellt, dass sich die Lichtabschirmmaske 70 in der zweiten Nahstellung C befindet (Ja in Schritt S106), so endet der Steuerablauf. Wird in Schritt S102 festgestellt, dass die erfasste Position der Fokussierlinse 18 weder in dem ersten noch in dem zweiten Nahbereich liegt (Nein in Schritt S102), so wird in Schritt S108 festgestellt, ob sich die Lichtabschirmmaske in der in den Fig. 8A und 9A gezeigten Fernstellung A befindet.

[0064] Wird in Schritt S108 festgestellt, dass sich die Lichtabschirmmaske 70 nicht in der Fernstellung A befindet (Nein in Schritt S108), so wird in Schritt S109 der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass dieser in der Nahstellung A angeordnet wird, und der Steuerablauf endet. Wird dagegen in Schritt S108 festgestellt, dass sich die Lichtabschirmmaske 70 in der Fernstellung A befindet (Ja in Schritt S108), so endet der Steuerablauf.

[0065] In dem vorstehend erläuterten Prozess wird die Lichtabschirmmaske 70 in der in den Fig. 8A und 9A gezeigten Fernstellung A angeordnet, wenn die axiale Position der Fokussierlinse 18 in dem Fernbereich liegt. Liegt die axiale Position der Fokussierlinse 18 in dem ersten Nahbereich, so wird die Lichtabschirmmaske 70 in der in den Fig. 8B und 9B gezeigten ersten Nahstellung B angeordnet. Liegt die dagegen die axiale Position der Fokussierlinse 18 in dem zweiten Nahbereich, so wird die Lichtabschirmmaske 70 in der in den Fig. 8C und 9C gezeigten zweiten Nahstellung C angeordnet. Die Lichtabschirmmaske 70 wird also entsprechend der axialen Position der Fokussierlinse 18, die sich in ihrer Scharstellposition befindet, und damit entsprechend der berechneten Entfernung angeordnet. In Abhängigkeit der Entfernung des Zielobjektes 16 von dem elektronischen Entfernungsmesser kann so von den drei Lichtleitern 26m, 26n und 26f ein geeigneter Lichtleiter ausgewählt werden, um das Messlicht auf das Lichtempfangselement 31 treffen zu lassen.

[0066] In dem zweiten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers sind die Austrittsendabschnitte der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f in dichter Anordnung so gebündelt, dass alle Austrittsflächen der drei Lichtleiter 26m, 26n und 26f, wie in Fig. 12B gezeigt, auf einem Kreis g um die Achse Os des Lichtempfangselementes 31 herum angeordnet sind, um die Änderung der Empfindlichkeit des Lichtempfangselementes 31 infolge einer Änderung des Aufstreffpunktes des auf das Lichtempfangselement fallenden Lichtes zu minimieren. Für die Lichtleiter 26f, 26m und 26n können jedoch auch jeweils eine Kondensorlinse 32f, 32'm bzw. 32'n, ein Bandpassfilter 34f, 34'm bzw. 34'n sowie ein Lichtempfangselement 31f, 31'm bzw. 31'n vorgesehen werden, wie Fig. 13 zeigt.

[0067] In dem zweiten Ausführungsbeispiel sind die Durchmesser der drei Lichtleiter 26m, 26n, 26f identisch.

Alternativ können jedoch die Lichtleiter unterschiedliche Durchmesser haben, z. B. entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel, so dass die Durchmesser der Lichtleiter den Durchmessern der Öffnungen 70a, 70b und 70c entsprechen.

[0068] In dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel sind jeweils drei Lichtleiter vorgesehen. Es können jedoch auch zwei oder mehr als drei Lichtleiter vorgesehen sein.

[0069] In dem zweiten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers wird unter den drei Lichtleitern 26m, 26n und 26f entsprechend der erfassten axialen Position der Fokussierlinse 18 ein geeigneter Lichtleiter ausgewählt, um das Messlicht auf das Lichtempfangselement 31 zu führen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf dieses besondere Ausführungsbeispiel beschränkt. Beispielsweise kann in einem in Fig. 14 gezeigten Prozess zum Ansteuern der Lichtabschirmmaske unter den drei Lichtleitern 26m, 26n und 26f derjenige Lichtleiter ausgewählt werden, über den das Lichtempfangselement 31 das Messlicht mit der größten Lichtmenge empfängt. Alternativ kann in einem in Fig. 15 gezeigten Prozess zum Ansteuern der Lichtabschirmmaske unter den drei Lichtleitern 26m, 26n und 26f ein Lichtleiter entsprechend der von dem Lichtempfangselement 31 empfangenen Messlichtmenge ausgewählt werden.

[0070] Der in Fig. 14 gezeigte Prozess zum Ansteuern der Lichtabschirmmaske führt die Steuerschaltung 80 durch. Zunächst wird mit Einschalten des Entfernungsmessschalters 45 in Schritt S201 der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass sie in der Fernstellung A angeordnet wird. Anschließend wird in Schritt S202 das Lichtaussendeelement 23 so gesteuert, dass es das Messlicht ausgibt, und zugleich in Schritt S203 die Messlichtmenge (Lichtmenge A) in einem Lichtmengenspeicher, z. B. dem Speicher 80a, gespeichert, der in der Steuerschaltung 80 vorgesehen ist. Anschließend wird in Schritt S204 der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass sie in der ersten Nahstellung B angeordnet wird. Dann wird in Schritt S205 das Lichtaussendeelement 23 so angesteuert, dass es das Messlicht ausgibt, und zugleich in Schritt S206 die Messlichtmenge (Lichtmenge B) in dem Lichtmengenspeicher gespeichert. Anschließend wird in Schritt S207 der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass sie in der zweiten Nahstellung C angeordnet wird. Dann wird in Schritt S208 das Lichtaussendeelement 23 so angesteuert, dass es das Messlicht ausgibt, und zugleich in Schritt S209 die Messlichtmenge (Lichtmenge C) in dem Lichtmengenspeicher gespeichert.

[0071] Dann wird in Schritt S210 ermittelt, ob die Lichtmengen A, B und C jeweils größer als eine vorbestimmte Lichtmenge sind. Ist keine der Lichtmengen A, B und C größer als diese vorbestimmte Lichtmenge (Nein in Schritt S210), so wird in Schritt S211 auf der Anzeigevorrichtung 42 eine Mitteilung oder ein Symbol angezeigt, die bzw. das auf visuellem Wege darüber informiert, dass das Zielobjekt weiter als die maximal messbare Entfernung entfernt ist, d. h. dass es wegen der nicht ausreichenden Menge an auf das Lichtempfangselement 31 treffendem Messlichtes nicht möglich ist, die Entfernungsmessung durchzuführen. Wird dagegen in Schritt S210 ermittelt, dass mindestens eine der Lichtmengen A, B und C größer als die vorbestimmte Lichtmenge ist (Ja in Schritt S210), so werden in Schritt S212 die Lichtmengen A, B und C miteinander verglichen, um zu bestimmen, welche der Lichtmengen A, B und C die größte ist. Anschließend wird in Schritt S213 der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass diese in einer der drei Stellungen A, B oder C angeordnet wird, in der man die größte Lichtmenge erhält. Ist beispielsweise die

Lichtmenge A unter den drei Lichtmengen A, B und C die größte, so wird die Lichtabschirmmaske 70 in der Fernstellung A angeordnet, so dass die Entfernungsmessung mit dem dritten Lichtleiter 26f durchgeführt wird. Anschließend wird in Schritt S214 die Entfernungsmessung durchgeführt, und der Steuerablauf endet.

[0072] Der in Fig. 15 gezeigte Prozess zum Ansteuern der Lichtabschirmmaske wird von der Steuerschaltung 80 durchgeführt. Zunächst wird mit Einschalten des Entfernungsmessschalters 45 in Schritt S301 der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass sie in der zweiten Nahstellung C angeordnet wird. Anschließend wird in Schritt S302 das Lichtaussendeelement 23 so angesteuert, dass es das Messlicht ausgibt, in Schritt S303 ein Zeitgeber t gestartet und in Schritt S304 ermittelt, ob der Zeitgeber t eine vorbestimmte Zeit überschritten hat. Wird in Schritt S304 festgestellt, dass der Zeitgeber t die vorbestimmte Zeit noch nicht überschritten hat (Nein in Schritt S304), so wiederholt der Steuerablauf Schritt S304. Wird dagegen in Schritt S304 festgestellt, dass der Zeitgeber t die vorbestimmte Zeit überschritten hat (Ja in Schritt S304), so wird in Schritt S305 ermittelt, ob die von dem Lichtempfangselement 31 empfangene Lichtmenge größer als eine vorbestimmte Lichtmenge ist. Ist dies der Fall (Ja in Schritt S305), so fährt der Steuerablauf mit Schritt S306 fort, um die Entfernungsmessung mit dem zweiten Lichtleiter durchzuführen. Ist dagegen die Lichtmenge gleich oder kleiner als die vorbestimmte Lichtmenge (Nein in Schritt S305), so wird in Schritt S307 der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass sie in der ersten Nahstellung B angeordnet wird. Anschließend wird die Lichtmenge des Lichtempfangselementes 31 in Schritt S308 gelöscht. Dann wird in Schritt S309 das Lichtaussendeelement 23 so angesteuert, dass es das Messlicht ausgibt, in Schritt S310 wiederum der Zeitgeber t startet und in Schritt S311 ermittelt, ob der Zeitgeber t eine vorbestimmte Zeit überschritten hat. Wird in Schritt S311 festgestellt, dass der Zeitgeber t die vorbestimmte Zeit noch nicht überschritten hat (Nein in Schritt S311), so wiederholt der Steuerablauf den Schritt S311. Wird dagegen in Schritt S311 festgestellt, dass der Zeitgeber t die vorbestimmte Zeit überschritten hat (Ja in Schritt S311), so wird in Schritt S312 ermittelt, ob die von dem Lichtempfangselement 31 empfangene Lichtmenge größer als die vorstehend genannte vorbestimmte Lichtmenge ist. Ist dies der Fall (Ja in Schritt S312), so fährt der Steuerablauf mit Schritt S313 fort, um die Entfernungsmessung mit dem ersten Lichtleiter 26m durchzuführen. Ist dagegen die Lichtmenge gleich oder kleiner als die vorbestimmte Lichtmenge (Nein in Schritt S312), so wird in Schritt S314 der Motor 73 betätigt, um die Lichtabschirmmaske 70 so zu drehen, dass sie in der Fernstellung A angeordnet wird, und anschließend in Schritt S315 die Lichtmenge des Lichtempfangselementes 31 gelöscht. Dann wird in Schritt S316 das Lichtaussendeelement 23 so angesteuert, dass es das Messlicht ausgibt, in Schritt S317 wiederum der Zeitgeber t gestartet und in Schritt S318 ermittelt, ob der Zeitgeber t die vorbestimmte Zeit überschritten hat. Wird in Schritt S318 festgestellt, dass der Zeitgeber t die vorbestimmte Zeit noch nicht überschritten hat (Nein in Schritt S318), so wiederholt der Steuerablauf Schritt S318. Wird dagegen in Schritt S318 festgestellt, dass der Zeitgeber die vorbestimmte Zeit überschritten hat (Ja in Schritt S318), so wird in Schritt S319 ermittelt, ob die von dem Lichtempfangselement 31 empfangene Lichtmenge größer als die vorbestimmte Lichtmenge ist. Ist dies der Fall (Ja in Schritt S319), so fährt der Steuerablauf mit Schritt S320 fort, um die Entfernungsmessung mit dem dritten Lichtleiter 26f durchzuführen. Anschließend endet der Steuerablauf. Ist die

Lichtmenge gleich oder kleiner als die vorbestimmte Lichtmenge (Nein in Schritt S319), so wird in Schritt S321 auf der Anzeigevorrichtung 42 eine Nachricht oder ein Symbol angezeigt, die bzw. das darüber informiert, dass das Zielobjekt weiter als die maximal messbare Entfernung entfernt ist, d. h. es wegen der nicht ausreichenden Menge des auf das Lichtempfangselement 31 treffenden Messlichtes nicht möglich ist, die Entfernungsmessung durchzuführen, und der Steuerablauf endet.

[0073] Das oben erläuterte zweite Ausführungsbeispiel ist ein Beispiel eines mit einem Autofokussystem ausgestatteten Vermessungsinstrumentes, auf das die Erfindung angewendet wird. Die Erfindung kann jedoch auch auf ein Vermessungsinstrument angewendet werden, das mit einem manuellen Scharfstellsystem ausgestattet ist. In dem zweiten Ausführungsbeispiel werden nämlich die eingangs erwähnten, der Erfindung zugrundeliegenden Aufgaben unabhängig davon gelöst, ob ein Autofokussystem vorhanden ist. Außerdem kann die Lichtabschirmmaske 70 manuell gedreht werden, um sie in der Fernstellung A, der ersten Nahstellung B oder der zweiten Nahstellung C anzurufen. In diesem Fall kann die Ermittlung, in welcher der drei Stellungen A, B und C die Lichtabschirmmaske 70 anzurufen ist, dadurch erfolgen, dass zunächst die axiale Position der Fokussierlinse 18 nach deren manueller Einstellung erfasst und anschließend ermittelt wird, ob die der erfassten axialen Position der Fokussierlinse 18 entsprechende Entfernung in dem ersten Nahbereich, dem zweiten Nahbereich oder dem Fernbereich liegt.

[0074] Die Fig. 16A bis 20 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel des mit einem Autofokussystem ausgestatteten elektronischen Entfernungsmessers. Das dritte Ausführungsbeispiel ist im wesentlichen gleich dem ersten Ausführungsbeispiel, abgesehen davon, dass an Stelle eines aus mehr als einem Lichtleiter bestehenden Lichtleiterbündels ein einziger Lichtleiter 260 mit großem Durchmesser als Lichtleitoptik verwendet wird, und dass eine kreisförmige Lichtabschirmmaske 72 mit mehreren Öffnungen 72a und 72b unterschiedlichen Durchmessers unmittelbar unterhalb einer Eintrittsfläche 260a des Lichtleiters 260 angeordnet ist. Der mit dem großen Durchmesser versehene Lichtleiter 260, der dem Lichtleiterbündel 26 des ersten und des zweiten Ausführungsbeispiels entspricht, wird so verwendet, dass die Eintrittsfläche 260a zuverlässig das Messlicht empfangen kann, das bei in kurzer Entfernung angeordnetem Zielobjekt 16 an einer Stelle auf die Eintrittsfläche 260a trifft, die von der Mitte der Eintrittsfläche abweicht. Teile oder Elemente des dritten Ausführungsbeispiels, die mit denen des ersten Ausführungsbeispiels identisch sind, tragen die entsprechenden Bezugssymbole des ersten Ausführungsbeispiels und werden im Folgenden nicht nochmals im Detail erläutert.

[0075] Fig. 16A zeigt, schraffiert angedeutet, das auf die Eintrittsfläche 260a des Lichtleiters 260 fallende Messlicht, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des in der oben genannten großen Entfernung angeordneten Zielobjektes 16 misst. Fig. 16B zeigt, schraffiert angedeutet, das auf die Eintrittsfläche 260a des Lichtleiters 260 fallende Messlicht, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des in der oben genannten ersten kurzen Entfernung angeordneten Zielobjektes 16 misst. Fig. 16C zeigt, schraffiert angedeutet, das auf die Eintrittsfläche 260a des Lichtleiters 260 fallende Messlicht, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des in der oben genannten zweiten Entfernung angeordneten Zielobjektes 16 misst. Da der Durchmesser des Lichtleiters 260 groß ist, kann das Messlicht ungeachtet der Entfernung des Zielobjektes 16 von dem Entfernungsmesser über die Eintrittsfläche 260a in

den Lichtleiter 260 eintreten. Die kreisförmige Lichtabschirmmaske 72 ist unmittelbar unterhalb der Eintrittsfläche 260a so angeordnet, dass sie die kreisförmige Eintrittsfläche 260a vollständig abdeckt, um die auf die Eintrittsfläche 260a fallende Messlichtmenge entsprechend der Entfernung des Zielobjektes 16 von dem Entfernungsmesser einzustellen. [0076] Wie in Fig. 17 gezeigt, hat die kreisförmige Lichtabschirmmaske 72 eine große zentrale Öffnung 72a, über die ein zentraler Teil der Eintrittsfläche 260a gegenüber dem Empfangsspiegel 21b des Sende-/Empfangsspiegels 21 freiliegt. Weiterhin hat die Lichtabschirmmaske 72 auf gegenüberliegenden Seiten der zentralen Öffnung 72a jeweils zwei seitliche Öffnungen (innere Öffnung und äußere Öffnung) 72b unterschiedlichen Durchmessers. Der Durchmesser der inneren seitlichen Öffnung 72b, die sich näher der zentralen Öffnung 72a befindet, ist größer als der der äußeren seitlichen Öffnung 72b. Das an dem Lichtempfangsspiegel 21b reflektierte Messlicht trifft über die zentrale große Öffnung 72a auf die Eintrittsfläche 260a, wenn sich das Zielobjekt 16 in großer Entfernung befindet. Dagegen trifft das an dem Empfangsspiegel 21b reflektierte Licht über die inneren seitlichen Öffnungen 72b, wenn sich das Zielobjekt 16 in der ersten kurzen Entfernung befindet, und über die äußeren seitlichen Öffnungen 72b, wenn sich das Zielobjekt 16 in der zweiten kurzen Entfernung befindet, auf die Eintrittsfläche 260a. Die inneren und die äußeren seitlichen Öffnungen 72b sind jeweils kleiner als die zentrale große Öffnung 72a, um zu verhindern, dass eine große Menge an die Entfernungsmessung negativ beeinflussendem Licht wie direktes oder reflektiertes Sonnenlicht auf die Eintrittsfläche 260a fällt. Misst der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des in kurzer Entfernung angeordneten Zielobjektes 16, so ergeben sich mit den seitlichen Öffnungen 72b, die jeweils einen kleinen Durchmesser haben, keine Probleme, da eine ausreichende Menge an Messlicht auf die Eintrittsfläche 260a des Lichtleiters 260 trifft. In Fig. 18 zeigt eine kreisförmige Lichtabschirmmaske 72' als Abwandlung, die vier Paare von seitlichen Öffnungen 72b' in gleichwinkeligen Abständen, nämlich in Winkelabständen von 90° hat. Die so aufgebaute Lichtabschirmmaske 72' erhöht die Menge des auf die Eintrittsfläche 260a treffenden Messlichtes, wenn der elektronische Entfernungsmesser die Entfernung des im Nahbereich angeordneten Zielobjektes 16 misst. [0077] Fig. 19A zeigt eine kreisförmige Lichtabschirmmaske 172, die ein weiteres Ausführungsbeispiel der Lichtabschirmmaske darstellt. In diesem Ausführungsbeispiel hat die kreisförmige Lichtabschirmmaske 172 eine große zentrale Öffnung 172a sowie beiderseits der zentralen Öffnung 172a zwei radiale Schlitze 172b. Das innere Ende jedes radialen Schlitzes 172b steht in Verbindung mit der zentralen Öffnung 172a. Mit dieser Lichtabschirmmaske 172 werden ähnliche technische Wirkungen erreicht wie mit der Lichtabschirmmaske 72. [0078] Fig. 19B zeigt eine kreisförmige Lichtabschirmmaske 172' als weiteres Ausführungsbeispiel. Die Lichtabschirmmaske 172' hat eine große zentrale Öffnung 172a' und um die zentrale Öffnung 172a' herum vier radiale Schlitze 172b' in gleichwinkeligen Abständen. Mit dieser Lichtabschirmmaske 172' sind ähnliche technische Wirkungen wie mit der Lichtabschirmmaske 72 zu erwarten. [0079] Fig. 20A zeigt eine kreisförmige Lichtabschirmmaske 272 als weiteres Ausführungsbeispiel. Die Lichtabschirmmaske 272 hat eine große zentrale Öffnung 272a und beiderseits der zentralen Öffnung 272a zwei radiale, keilförmige Ausschnitte 272b. Die inneren Enden der Ausschnitte 272b schließen an die große zentrale Öffnung 272a an. Die Breite jedes Ausschnitts 272b nimmt größer werdendem

Abstand von der zentralen Öffnung 272a ab. Mit dieser Lichtabschirmmaske 272 sind ähnliche technische Effekte wie mit der Lichtabschirmmaske 72 zu erwarten. Fig. 20B zeigt eine kreisförmige Lichtabschirmmaske 272' als weiteres Ausführungsbeispiel. Die Lichtabschirmmaske 272' hat eine große zentrale Öffnung 272a' und um die zentrale Öffnung 272a' in gleichwinkeligen Abständen vier radiale, keilförmige Ausschnitte 272b'. Mit dem Lichtabschirmelement 272' sind ähnliche technische Wirkungen wie mit dem Lichtabschirmelement 72 zu erwarten. Entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel werden die der Erfindung zugrundeliegenden Aufgaben in dem dritten Ausführungsbeispiel ungeachtet dessen gelöst, ob ein Autofokusystem vorgesehen ist oder nicht.

[0080] In den erläuterten Ausführungsbeispielen wird ein Porroprismenaufrichtsystem 12 als Aufrichtoptik sowie als Strahlteileroptik eingesetzt, die das aufstreffende Lichtbündel in zwei Lichtbündel teilt, von denen eines auf die AF-Einheit 50 zuläuft, während das andere auf das Okular 14 zuläuft. An Stelle des Porroprismenaufrichtsystems 12 können auch andere optische Elemente verwendet werden.

[0081] In den oben erläuterten Ausführungsbeispielen werden jeder Lichtleiter des Lichtleiterbündels 26 und der Lichtleiter 260 jeweils als Lichtleitoptik eingesetzt. Die Erfindung ist jedoch nicht auf einen solchen bestimmten Lichtleiter oder ein solches Lichtleitbündel beschränkt. Beispielsweise kann das Lichtleiterbündel 26 oder der Lichtleiter 260, wie in Fig. 21 gezeigt, durch eine SELFOC-Linse (SELFOC-Lichtleiter), oder, wie in Fig. 22 gezeigt, durch eine Umkehr- oder Zwischenabbildungslinsengruppe ersetzt werden.

[0082] Wie aus obiger Beschreibung hervorgeht, ist bei dem mit einem optischen Entfernungsmesser versehenen Vermessungsinstrument in einfacher Weise das eingangs geschilderte Problem überwunden, dass die bei im Nahbereich angeordnetem Zielobjekt auf ein Lichtempfangselement treffende Messlichtmenge abnimmt, wodurch die Genauigkeit der Entfernungsmessung beeinträchtigt und die minimal messbare Entfernung groß wird, ohne dass dabei die Leistungseigenschaften der von dem optischen Entfernungsmesser vorgenommenen Entfernungsmessung beeinträchtigt werden, wenn die Entfernung eines Zielobjektes bei maximal messbarer Entfernung gemessen wird. Außerdem wird durch ein erfindungsgemäßes Vermessungsinstrument, das einen optischen Entfernungsmesser und eine Schärfenerfassungsvorrichtung zum Erfassen des Scharfstellzustandes einer Entfernungsmessoptik hat, das eingangs geschilderte Problem in einfacher Weise überwunden, ohne dabei die Leistungseigenschaften der von dem optischen Entfernungsmesser vorgenommenen Entfernungsmessung zu beeinträchtigen, wenn die Entfernung eines Objektes in maximal messbarer Entfernung gemessen wird.

[0083] In dem oben erläuterten zweiten Ausführungsbeispiel des elektronischen Entfernungsmessers können die arithmetische Steuerschaltung 40 und die Steuerschaltung 80 in einer einzigen Steuerschaltung integriert werden.

#### Patentansprüche

1. Vermessungsinstrument mit einer Entfernungsmessoptik mit einer Objektivlinse, über welche die Entfernung eines Objektes zu dem Vermessungsinstrument gemessen wird, und einem optischen Entfernungsmesser mit einem hinter der Objektivlinse angeordneten Reflexionselement, einer Sendeoptik, die Messlicht über das Reflexionselement und die Objektivlinse auf das Objekt aussendet, und einer Empfangsoptik, die einen Teil des Messlicht-

tes empfängt, der an dem Objekt reflektiert wird, anschließend durch die Objektivlinse tritt und von dem Reflexionselement nicht an seiner Lichtausbreitung gehindert wird, dadurch gekennzeichnet, dass

die Empfangsoptik mehrere Lichtleitoptiken derart enthält, dass das dem Objekt reflektierte Messlicht in Abhängigkeit der Objektentfernung wahlweise auf das Eintrittsende einer der Lichtleitoptiken fällt.

2. Vermessungsinstrument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass unter den Lichtleitoptiken mindestens eine auf eine große Objektentfernung bezogene Lichtleitoptik einen vergrößerten Durchmesser hat.

3. Vermessungsinstrument nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Lichtabschirmmaske mit mehreren Öffnungen, wobei das an dem Objekt reflektierte Messlicht jeweils über eine der Öffnungen wahlweise auf das Eintrittsende der zugehörigen Lichtleitoptik fällt.

4. Vermessungsinstrument nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchmesser der Öffnungen voneinander verschieden und die Durchmesser der Lichtleitoptiken einander gleich sind.

5. Vermessungsinstrument nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchmesser der Öffnungen voneinander verschieden sind und die Durchmesser der Lichtleitoptiken den Durchmessern der ihnen zugeordneten Öffnungen der Lichtabschirmmaske entsprechen.

6. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 3 bis 5, gekennzeichnet durch eine Verstellvorrichtung zum Bewegen der Lichtabschirmmaske derart, dass das an dem Objekt reflektierte Messlicht wahlweise auf das Eintrittsende der jeweiligen Lichtleitoptik trifft.

7. Vermessungsinstrument nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernungsmessoptik eine Scharfstelllinse enthält, die zum Scharfstellen auf das Objekt bewegbar ist, und dass das Vermessungsinstrument eine Erfassungsvorrichtung zum Erfassen der axialen Position der Scharfstelllinse enthält, wobei die Verstellvorrichtung die Lichtabschirmmaske entsprechend der erfassten axialen Position der Scharfstelllinse bewegt.

8. Vermessungsinstrument nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine Steuerung, welche die Verstellvorrichtung so ansteuert, dass diese die Lichtabschirmmaske entsprechend einem Zustand der Empfangsoptik bei Empfang des an dem Objekt reflektierten Messlichtes bewegt.

9. Vermessungsinstrument nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung einen Maskendetektor enthält, der diejenige Stellung der Lichtabschirmmaske erfasst, in der die Menge des an dem Objekt reflektierten und von der Empfangsoptik empfangenen Messlichtes maximal wird, und dass die Steuerung die Verstellvorrichtung so ansteuert, dass diese die Lichtabschirmmaske entsprechend der erfassten Stellung der Lichtabschirmmaske bewegt.

10. Vermessungsinstrument nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung die Verstellvorrichtung so ansteuert, dass diese die Lichtabschirmmaske so bewegt, dass das an dem Objekt reflektierte Messlicht auf das Eintrittsende einer anderen der Lichtleitoptiken fällt, wenn die Menge des an dem Objekt reflektierten und über die eine Lichtleitoptik empfangenen Messlichtes in einer vorbestimmten Zeit nicht größer als eine vorbestimmte Lichtmenge ist.

11. Vermessungsinstrument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachsen der Eintrittsflächen der Lichtleitoptiken auf einer geraden Linie angeordnet sind.

12. Vermessungsinstrument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik ein Lichtempfangselement enthält, auf das über die Lichtleitoptiken das an dem Objekt reflektierte Messlicht fällt, und dass die Mittelachsen der Austrittsflächen der Lichtleitoptiken auf einem Kreis um die Achse des Lichtempfangs-elementes angeordnet sind. 5

13. Vermessungsinstrument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik mehrere Lichtempfangselemente enthält, auf die über die ihnen jeweils zugeordneten Lichtleitoptiken das an dem Objekt reflektierte Messlicht fällt. 10

14. Vermessungsinstrument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitoptiken jeweils einen Lichtleiter enthalten. 15

15. Vermessungsinstrument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernungsmessoptik ein Zielfernrohr zum Anvisieren des Objektes enthält. 20

16. Vermessungsinstrument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflexionselement einen Parallelplattenspiegel mit einer Vorderfläche und einer hierzu parallelen Rückfläche enthält, die Vorderfläche der Objektivlinse zugewandt und als 25 Sendespiegel ausgebildet ist, der das Messlicht über die Objektivlinse auf das Objekt reflektiert, die Rückfläche als Empfangsspiegel ausgebildet ist, der das an dem Objekt reflektierte Messlicht reflektiert, und

das Messlicht, das an dem Objekt reflektiert wird, anschließend durch die Objektivlinse tritt und von dem Reflexionselement nicht an seiner Lichtausbreitung gehindert wird, von dem Empfangsspiegel entsprechend der Objektentfernung wahlweise auf das Eintrittsende 30 der jeweiligen Lichtleitoptik reflektiert wird. 35

17. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtabschirmmaske sektortörnig ist. 40

18. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 7 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik einen zwischen dem Reflexionselement und der Scharstelllinse angeordneten wellenlängenselektiven Spiegel enthält. 45

19. Vermessungsinstrument mit einer Entfernungsmessoptik mit einer Objektivlinse, über welche die Entfernung eines Objektes zu dem Vermessungsinstrument gemessen wird, einem optischen Entfernungsmesser mit einem hinter der Objektivlinse angeordneten Reflexionselement, einer Sendeoptik, die Messlicht über das Reflexionselement und die Objektivlinse aussendet, und einer Empfangsoptik, die Licht empfängt, das an dem Objekt reflektiert wird, anschließend durch die Objektivlinse tritt und von dem Reflexionselement nicht an seiner 50 Lichtausbreitung gehindert wird, wobei die Empfangsoptik eine Lichtleitoptik enthält, die eine Eintrittsfläche hat, auf die das an dem Objekt reflektierte Messlicht trifft, dadurch gekennzeichnet, dass

der Durchmesser der Lichtleitoptik so bemessen ist, dass das an dem Objekt reflektierte Messlicht unabhängig von der Objektentfernung auf die Eintrittsfläche der Lichtleitoptik fällt, und 55

eine Lichtabschirmmaske vorgesehen ist, die eine zentrale Öffnung, über die ein zentraler Teil der Eintrittsfläche zum Reflexionselement hin freiliegt, und mindestens eine seitliche Öffnung hat, über die ein außeraxialer Teil der Eintrittsfläche zum Reflexionselement hin 60

65

freiliegt, wobei der Durchmesser der seitlichen Öffnung kleiner als der Durchmesser der zentralen Öffnung ist. 5

20. Vermessungsinstrument nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei seitliche Öffnungen vorgesehen sind, deren Durchmesser mit größer werdendem Abstand von der zentralen Öffnung kleiner wird. 10

21. Vermessungsinstrument nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die seitliche Öffnung an die zentrale Öffnung anschließt. 15

22. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitoptiken jeweils einen Lichtleiter enthalten. 20

23. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernungsmessoptik ein Zielfernrohr zum Anvisieren des Objektes enthält. 25

24. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflexionselement aus einem Parallelplattenspiegel mit einer Vorderfläche und einer hierzu parallelen Rückfläche besteht, die Vorderfläche der Objektivlinse zugewandt und als Sendespiegel ausgebildet ist, der das Messlicht über die Objektivlinse auf das Objekt reflektiert, die Rückfläche als Empfangsspiegel ausgebildet ist, der das an dem Objekt reflektierte Messlicht reflektiert, und

das Messlicht, das an dem Objekt reflektiert wird, anschließend durch die Objektivlinse tritt und von dem Reflexionselement nicht an seiner Lichtausbreitung gehindert wird, an dem Empfangsspiegel auf die Eintrittsfläche der Lichtleitoptik reflektiert wird. 30

25. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtabschirmmaske scheibenförmig ist. 35

26. Vermessungsinstrument mit einer Entfernungsmessoptik mit einer Objektivlinse, über welche die Entfernung eines Objektes zu dem Vermessungsinstrument gemessen wird, einem optischen Entfernungsmesser mit einem hinter der Objektivlinse angeordneten Reflexionselement, einer Sendeoptik, die Messlicht über das Reflexionselement und die Objektivlinse auf das Objekt aussendet, und einer Empfangsoptik zum Empfangen von Licht, das an dem Objekt reflektiert wird, anschließend durch die Objektivlinse tritt und von dem Reflexionselement nicht an seiner Lichtausbreitung gehindert wird, und einer Schärfenerfassungsvorrichtung zum Erfassen des Scharstellzustandes der Entfernungsmessoptik, dadurch gekennzeichnet,

dass die Empfangsoptik versehen ist mit mehreren Lichtleitoptiken, 40

einer Lichtabschirmmaske mit mehreren Öffnungen, über die das an dem Objekt reflektierte Messlicht entsprechend der Entfernung des Objektes von dem Vermessungsinstrument wahlweise auf das Eintrittsende einer der Lichtleitoptiken trifft, einer Verstellvorrichtung zum Bewegen der Lichtabschirmmaske derart, dass das an dem Objekt reflektierte Messlicht wahlweise auf das Eintrittsende der jeweiligen Lichtleitoptik trifft, und

einer Steuerung, welche die Verstellvorrichtung so ansteuert, dass diese die Lichtabschirmmaske derart bewegt, dass das an dem Objekt reflektierte Messlicht entsprechend dem von der Schärfenerfassungsvorrichtung erfassten Scharstellzustand auf das Eintrittsende 45

50

55

60

65

der jeweiligen Lichtleitoptik trifft.

27. Vermessungsinstrument nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchmesser der Öffnungen voneinander verschieden und die Durchmesser der Lichtleitoptiken einander gleich sind. 5

28. Vermessungsinstrument nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchmesser der Öffnungen voneinander verschieden und die Durchmesser der Lichtleitoptiken den Durchmessern der ihnen zugeordneten Öffnungen der Lichtabschirmmaske entsprechen. 10

29. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernungsmessoptik ein Zielfernrohr zum Anvisieren des Objektes enthält, die Schärfenerfassungsvorrichtung eine nach dem Prinzip der Phasendifferenzfassung arbeitende Vorrichtung enthält, die den Scharfstellzustand des Zielfernrohrs aus der Korrelation zwischen zwei Bildern erfasst, die von zwei Lichtbündeln erzeugt werden, die durch zwei verschiedene, auf der Objektivlinse festgelegte Pupillenbereiche treten, und Elemente des optischen Entfernungsmessers so angeordnet sind, dass sie die beiden Pupillenbereiche nicht stören. 15

30. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachsen der Eintrittsflächen der Lichtleitoptiken auf einer geraden Linie angeordnet sind. 20

31. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik ein Lichtempfangselement enthält, auf welches über die Lichtleitoptiken das an dem Objekt reflektierte Messlicht trifft, und die Mittelachsen der Austrittsflächen der Lichtleitoptiken auf einen Kreis um die Achse des Lichtempfangselementes angeordnet sind. 25

32. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 26 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik mehrere Lichtempfangselemente enthält, auf die über die jeweiligen Lichtleitoptiken das an dem Objekt reflektierte Messlicht trifft. 30

33. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 26 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitoptiken jeweils einen Lichtleiter enthalten. 45

34. Vermessungsinstrument mit Autofokussystem, mit einer Entfernungsmessoptik mit einer Objektivlinse, über welche die Entfernung eines Objektes zu dem Vermessungsinstrument gemessen wird, einem optischen Entfernungsmesser mit einem hinter der Objektivlinse angeordneten Reflexionselement, einer Sendeoptik, die Messlicht über das Reflexionselement und die Objektivlinse auf das Objekt aussendet, und einer Empfangsoptik zum Empfangen von Licht, das an dem Objekt reflektiert wird, anschließend durch die Objektivlinse tritt und von dem Reflexionselement nicht an seiner Lichtausbreitung gehindert wird, einer Schärfenerfassungsvorrichtung, die den Scharfstellzustand der Entfernungsmessoptik erfasst, und einen Autofokusmechanismus zum Bewegen einer Scharfstelllinse der Entfernungsmessoptik derart, dass entsprechend dem von der Schärfenerfassungsvorrichtung erfassten Scharfstellzustand auf das Objekt scharfgestellt wird, wobei der Autofokusmechanismus eine Erfassungsvorrichtung zum Erfassen der axialen Position der Scharfstelllinse enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik versehen ist mit mehreren Lichtleitoptiken, 50

35. Vermessungsinstrument nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen der Lichtabschirmmaske voneinander verschieden sind und die Durchmesser der Lichtleitoptiken den Durchmessern der ihnen zugeordneten Öffnungen entsprechen. 55

36. Vermessungsinstrument nach Anspruch 34 oder 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernungsmessoptik ein Zielfernrohr zum Anvisieren des Objektes enthält, die Schärfenerfassungsvorrichtung eine nach dem Prinzip der Phasendifferenzfassung arbeitende Vorrichtung enthält, die den Scharfstellzustand des Zielfernrohrs aus der Korrelation zwischen zwei Bildern erfasst, die von zwei Lichtbündeln erzeugt werden, die durch zwei verschiedene, auf der Objektivlinse festgelegte Pupillenbereiche treten, und Elemente des optischen Entfernungsmessers so angeordnet sind, dass sie die beiden Pupillenbereiche nicht stören. 60

37. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 34 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachsen der Eintrittsflächen der Lichtleitoptiken auf einer geraden Linie angeordnet sind. 65

38. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 34 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik ein Lichtempfangselement enthält, auf das über die Lichtleitoptiken das an dem Objekt reflektierte Messlicht trifft, und dass die Mittelachsen der Austrittsflächen der Lichtleitoptiken auf einem Kreis um die Achse des Lichtempfangselementes angeordnet sind.

39. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 34 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik mehrere Lichtempfangselemente enthält, auf die über die ihnen zugeordneten Lichtleitoptiken das an dem Objekt reflektierte Messlicht trifft.

40. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 34 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitoptiken jeweils einen Lichtleiter enthalten.

einer Lichtabschirmmaske mit mehreren Öffnungen, über die das an dem Objekt reflektierte Messlicht entsprechend der Objektentfernung wahlweise auf das Eintrittsende einer der Lichtleitoptiken fällt, einer Verstellvorrichtung zum Bewegen der Lichtabschirmmaske derart, dass das an dem Objekt reflektierte Messlicht wahlweise auf das Eintrittsende der jeweiligen Lichtleitoptik fällt, und

einer Steuerung, welche die Verstellvorrichtung so ansteuert, dass diese die Lichtabschirmmaske derart bewegt, dass das an dem Objekt reflektierte Messlicht entsprechend der von der Erfassungsvorrichtung erfassten axialen Position der Scharfstelllinse auf das Eintrittsende der jeweiligen Lichtleitoptik fällt.

35. Vermessungsinstrument nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen der Lichtabschirmmaske voneinander verschieden sind und die Durchmesser der Lichtleitoptiken den Durchmessern der ihnen zugeordneten Öffnungen entsprechen.

36. Vermessungsinstrument nach Anspruch 34 oder 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernungsmessoptik ein Zielfernrohr zum Anvisieren des Objektes enthält,

die Schärfenerfassungsvorrichtung eine nach dem Prinzip der Phasendifferenzfassung arbeitende Vorrichtung enthält, die den Scharfstellzustand des Zielfernrohrs aus der Korrelation zwischen zwei Bildern erfasst, die von zwei Lichtbündeln erzeugt werden, die durch zwei verschiedene, auf der Objektivlinse festgelegte Pupillenbereiche treten, und Elemente des optischen Entfernungsmessers so angeordnet sind, dass sie die beiden Pupillenbereiche nicht stören.

37. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 34 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachsen der Eintrittsflächen der Lichtleitoptiken auf einer geraden Linie angeordnet sind.

38. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 34 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik ein Lichtempfangselement enthält, auf das über die Lichtleitoptiken das an dem Objekt reflektierte Messlicht trifft, und dass die Mittelachsen der Austrittsflächen der Lichtleitoptiken auf einem Kreis um die Achse des Lichtempfangselementes angeordnet sind.

39. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 34 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsoptik mehrere Lichtempfangselemente enthält, auf die über die ihnen zugeordneten Lichtleitoptiken das an dem Objekt reflektierte Messlicht trifft.

40. Vermessungsinstrument nach einem der Ansprüche 34 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitoptiken jeweils einen Lichtleiter enthalten.

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

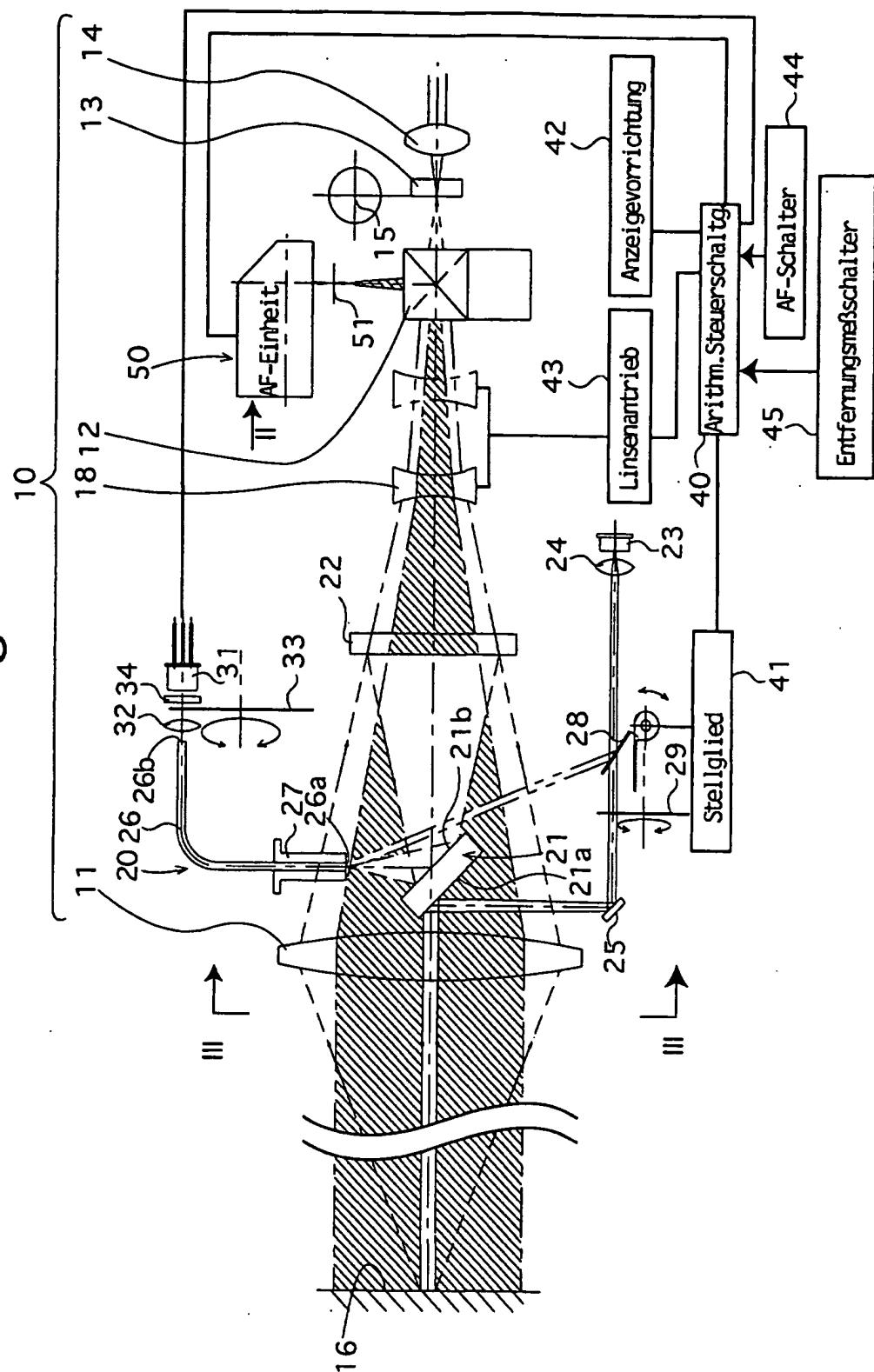


Fig. 2

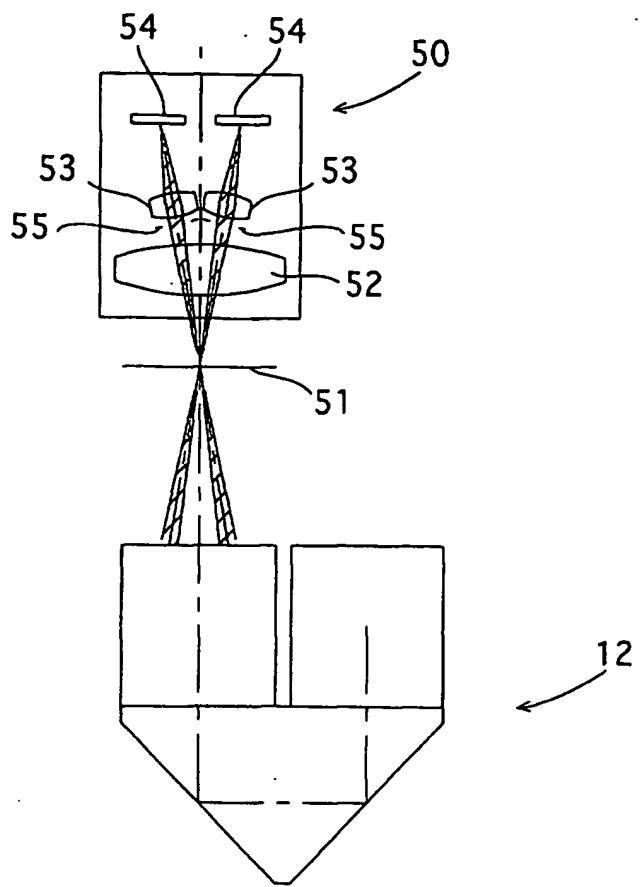


Fig. 3

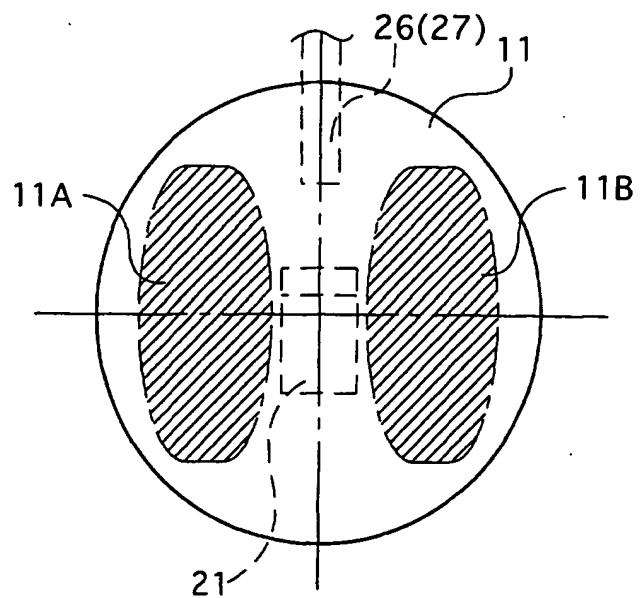


Fig. 4A

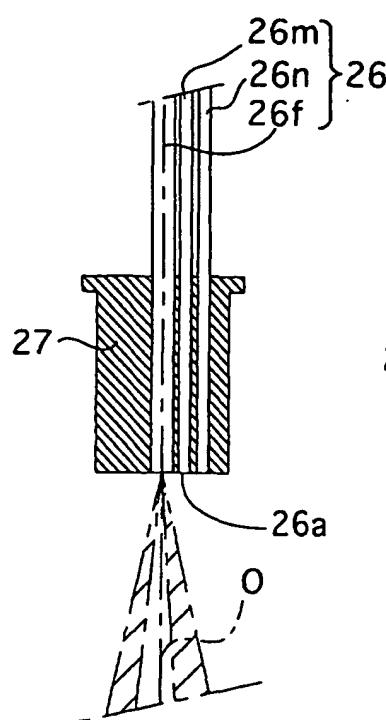


Fig. 4B

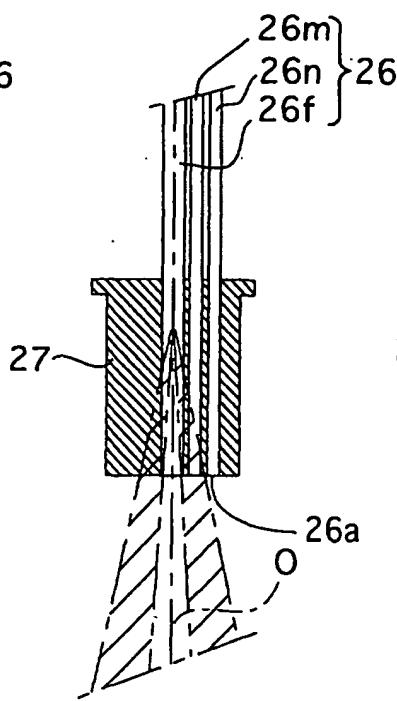


Fig. 4C

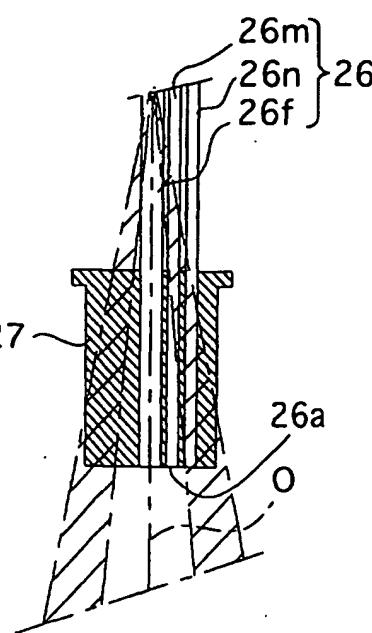
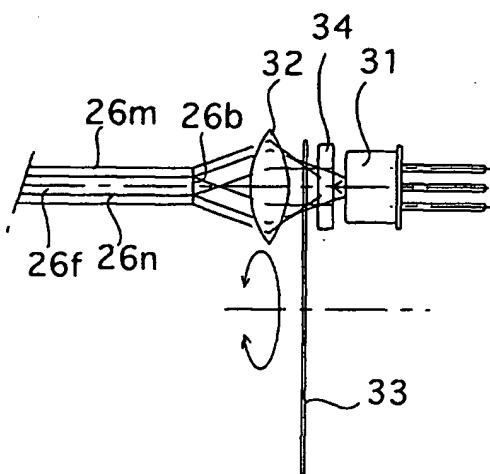


Fig. 5



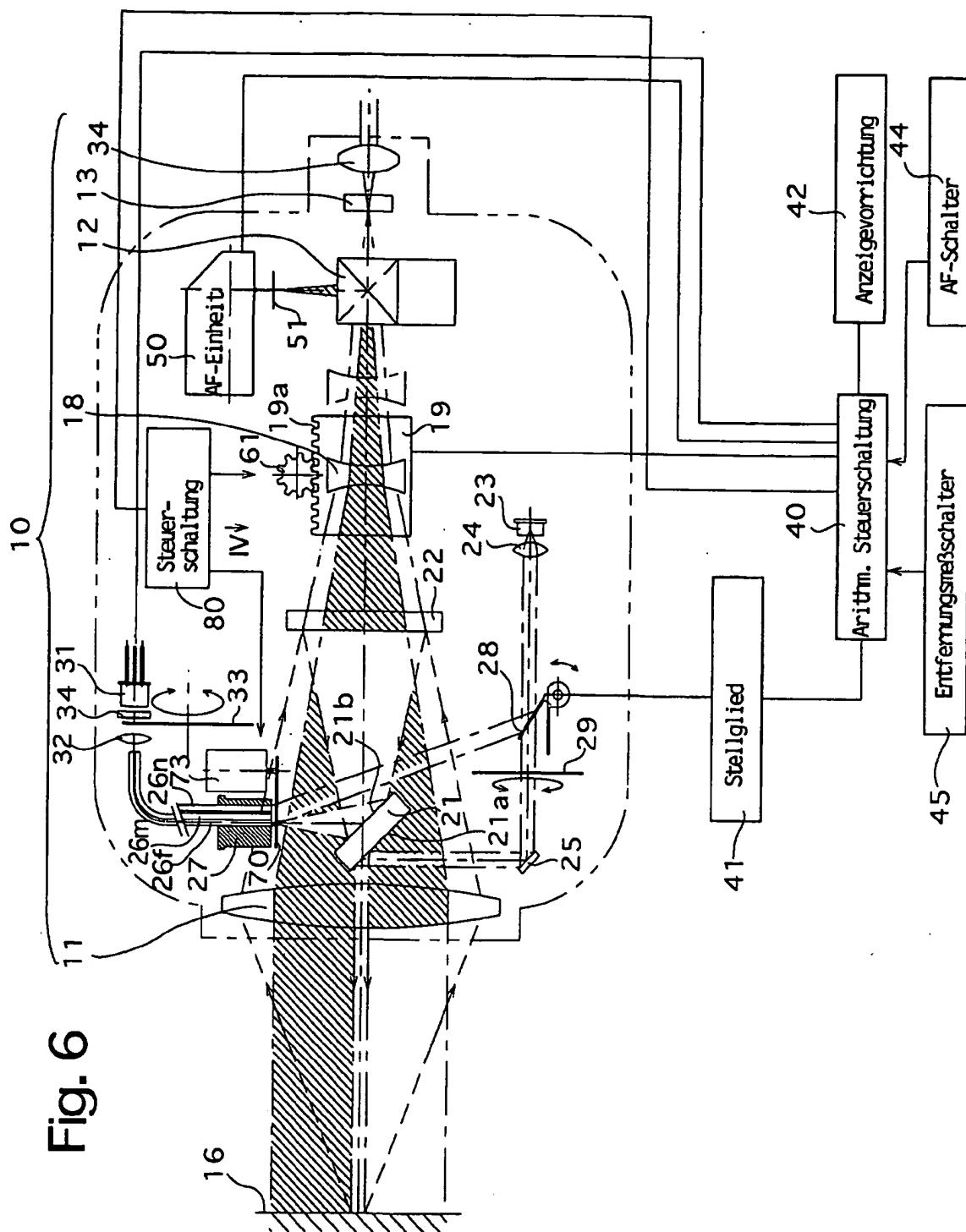


Fig. 7

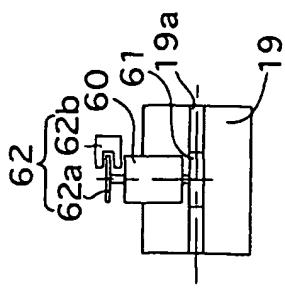


Fig. 8A

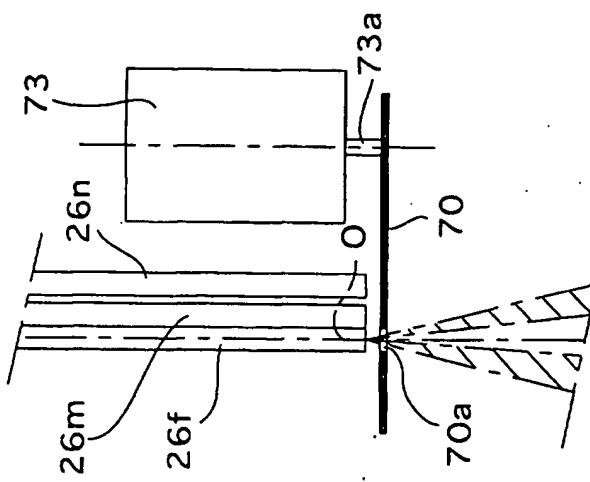


Fig. 8B

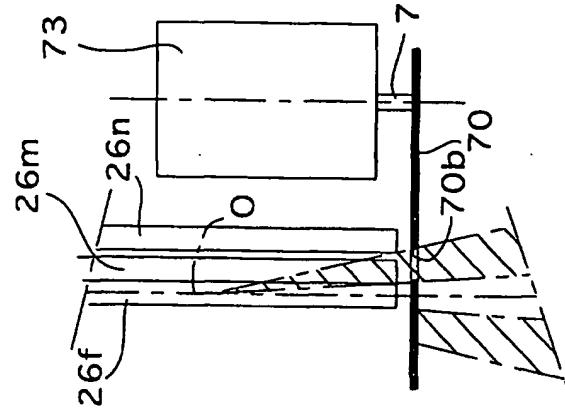


Fig. 8C

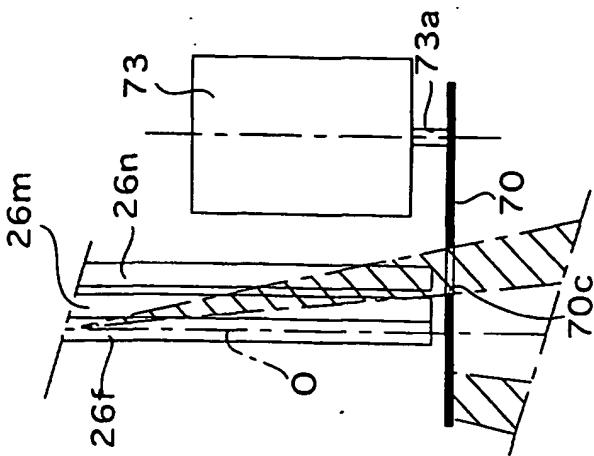


Fig. 9A

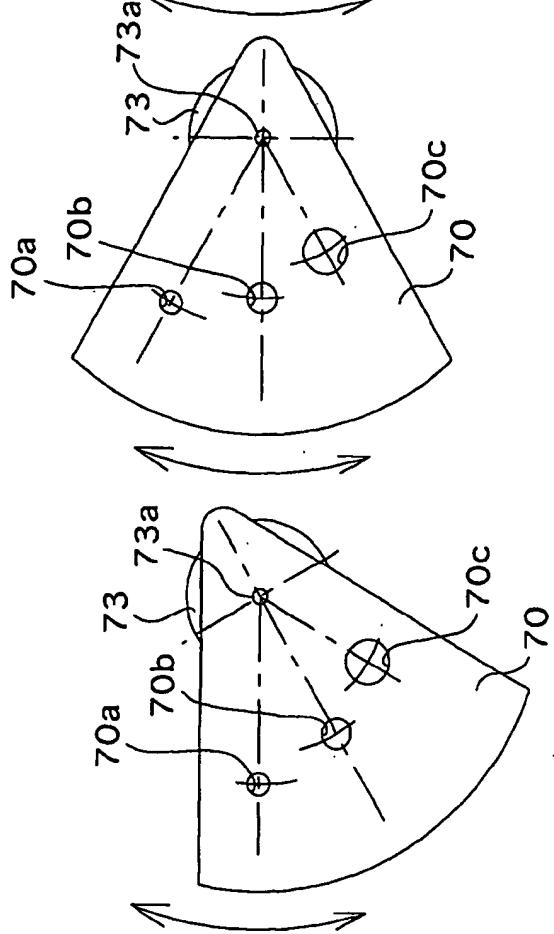


Fig. 9B

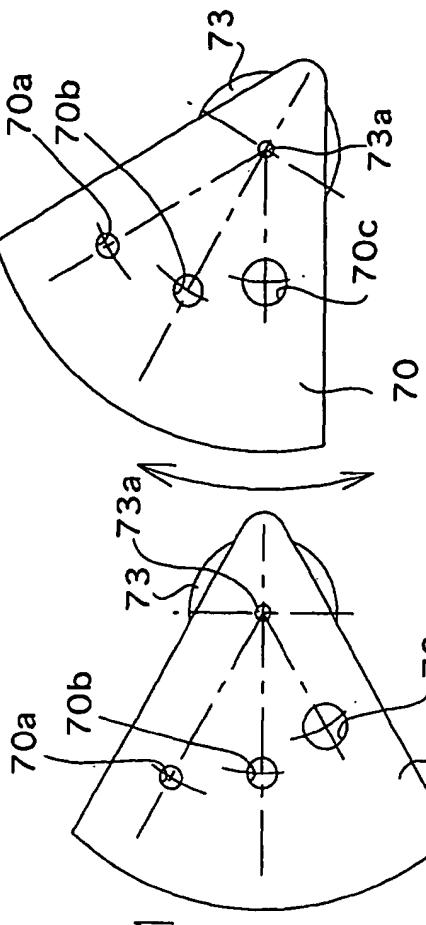


Fig. 9C

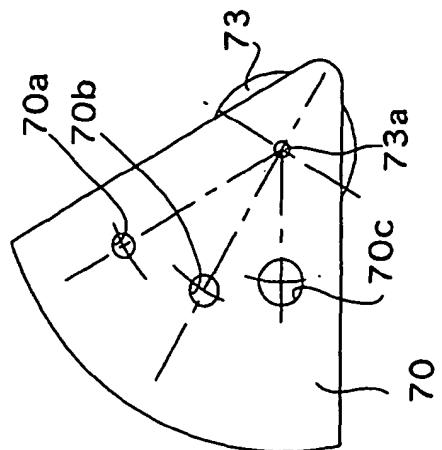
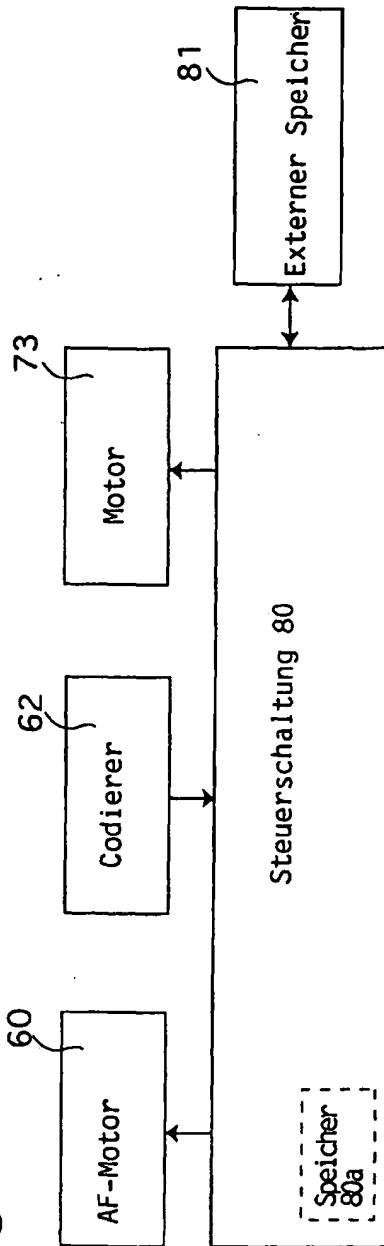


Fig. 10



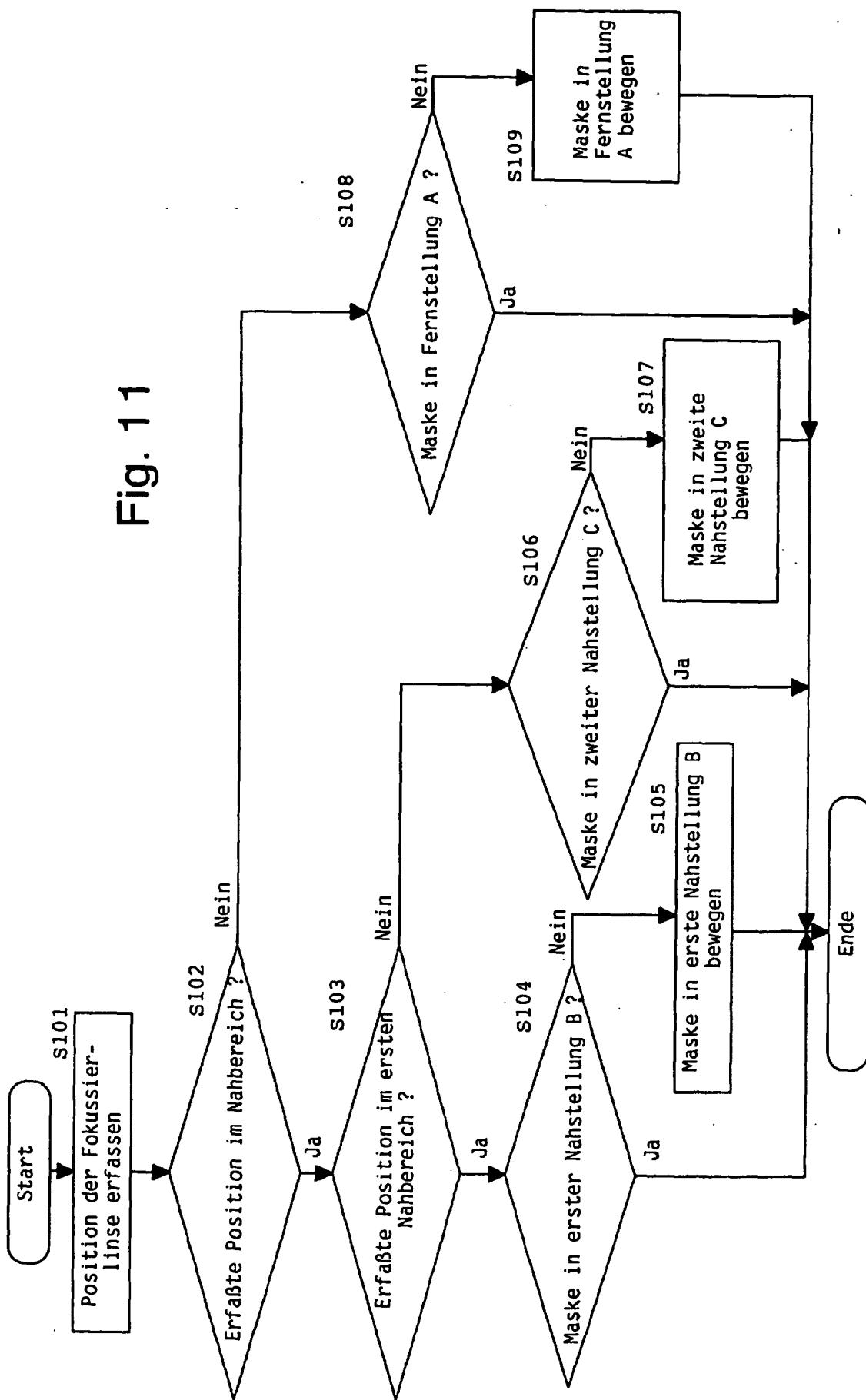


Fig. 12B

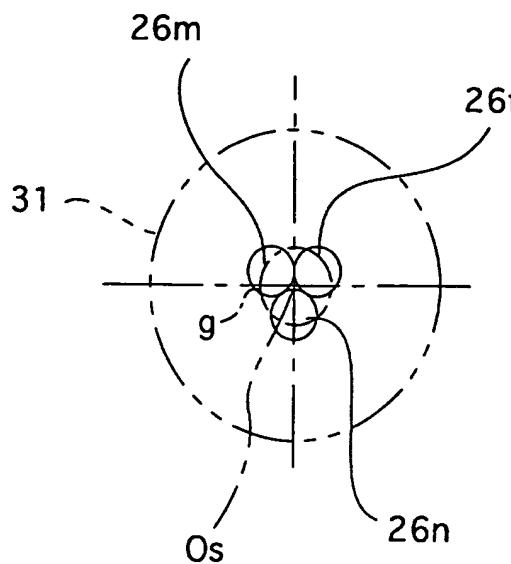


Fig. 12A

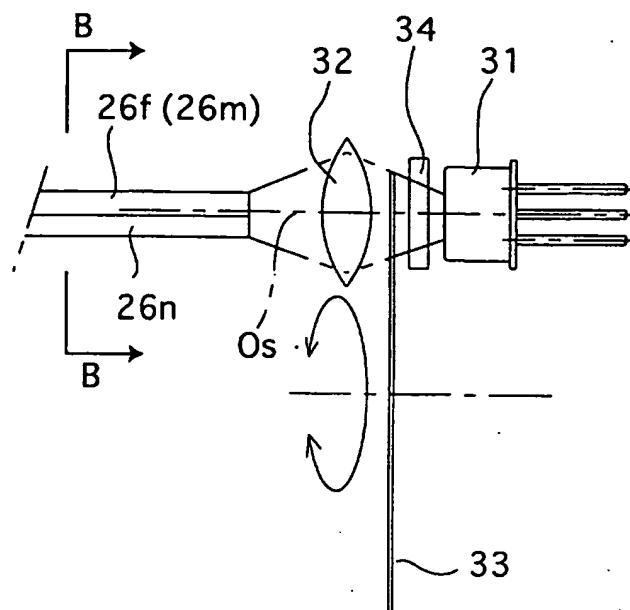


Fig. 13

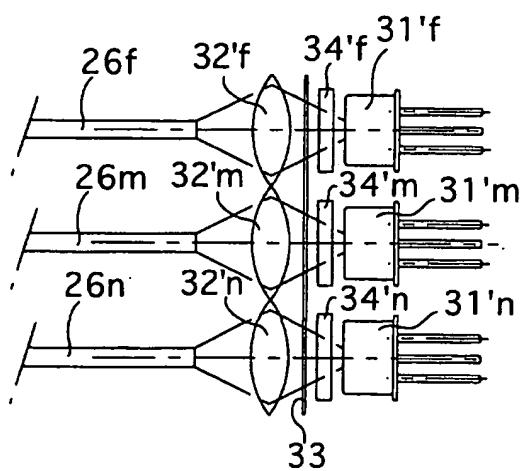
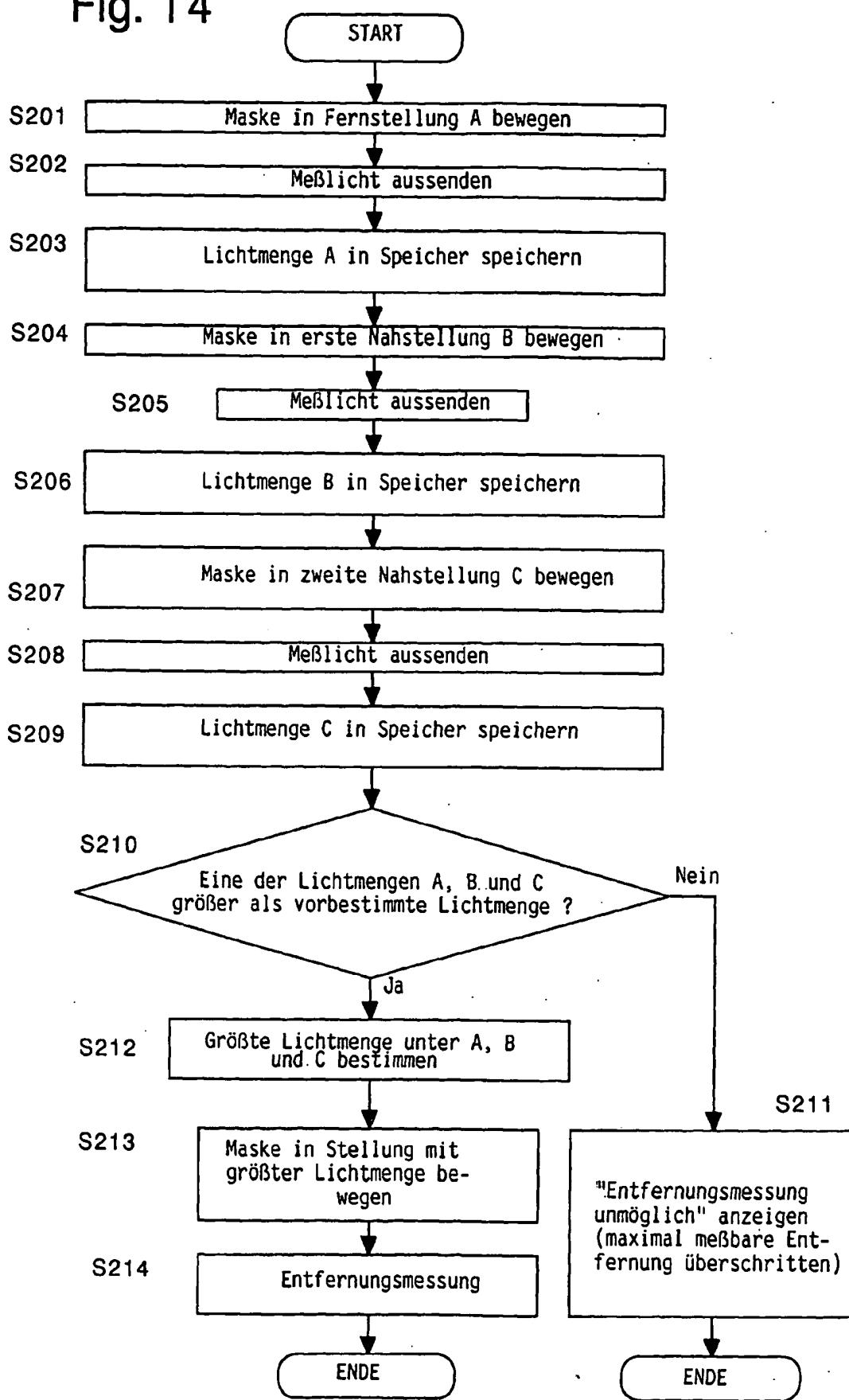


Fig. 14



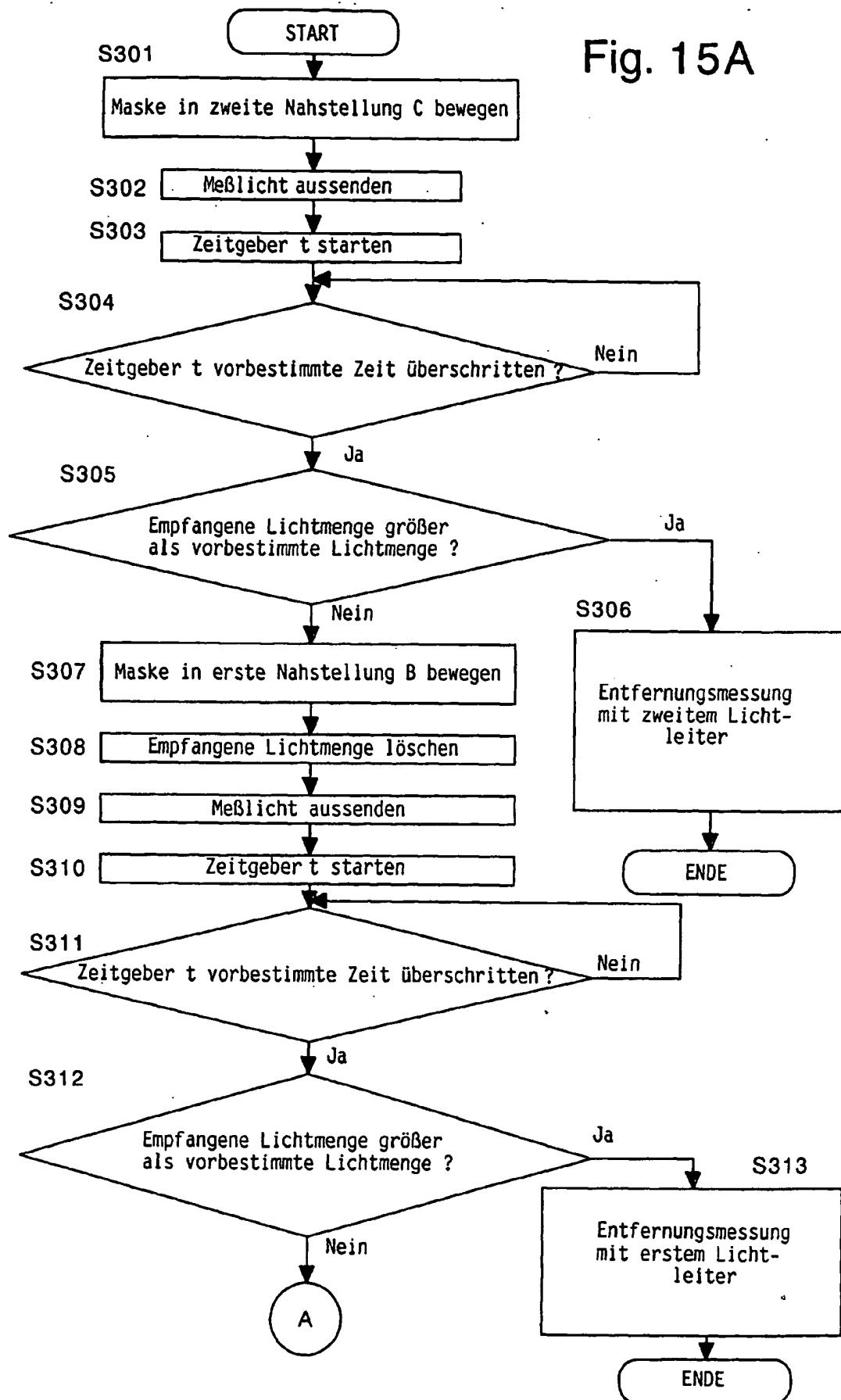


Fig. 15B

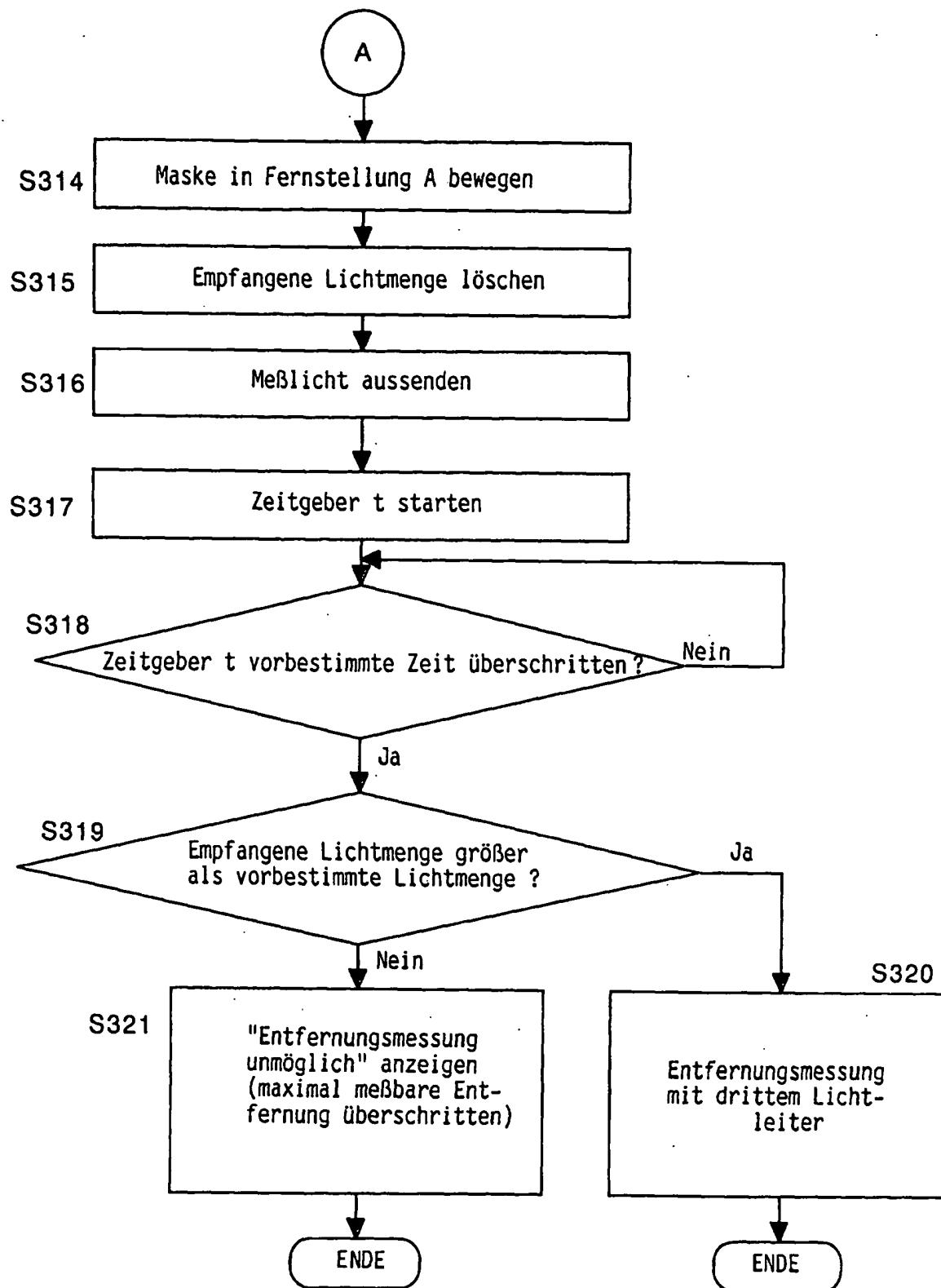


Fig. 16A

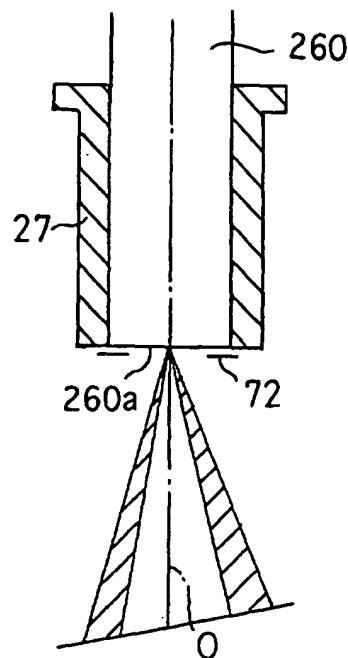


Fig. 16B

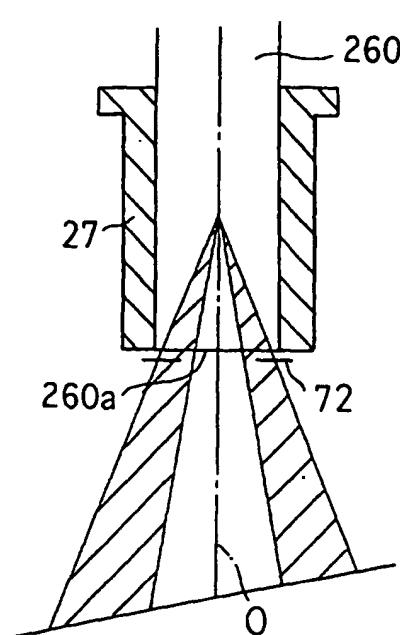


Fig. 16C

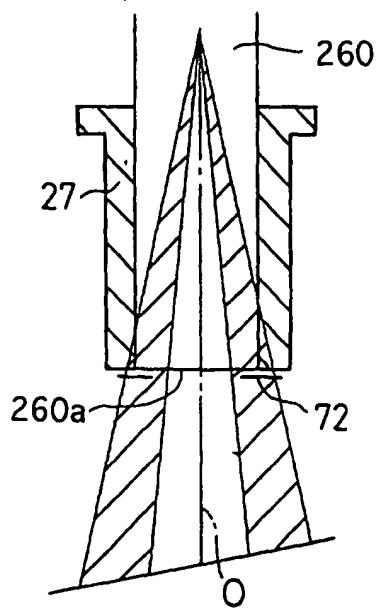


Fig. 17

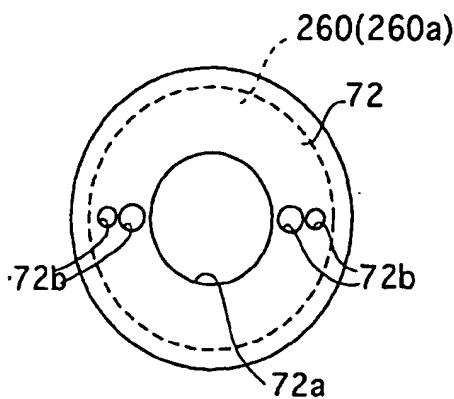


Fig. 18

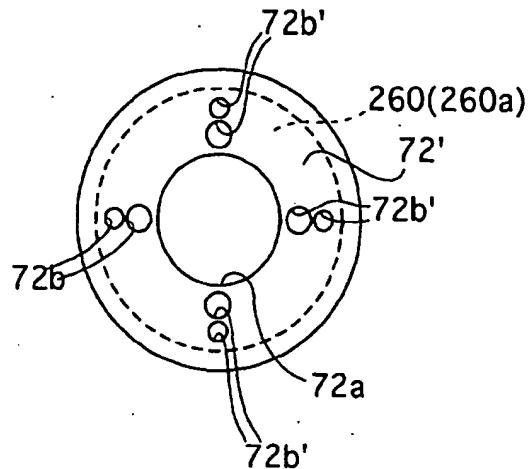


Fig. 19A

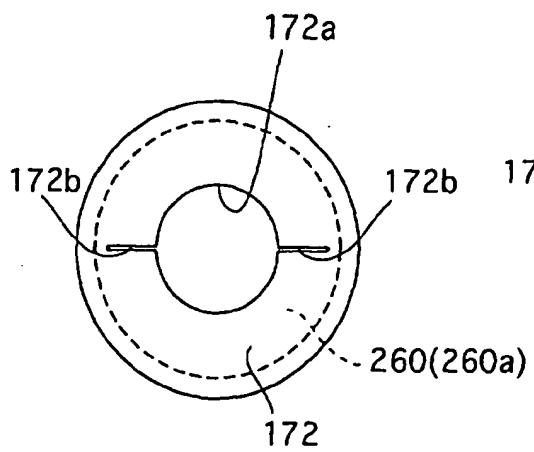


Fig. 19B

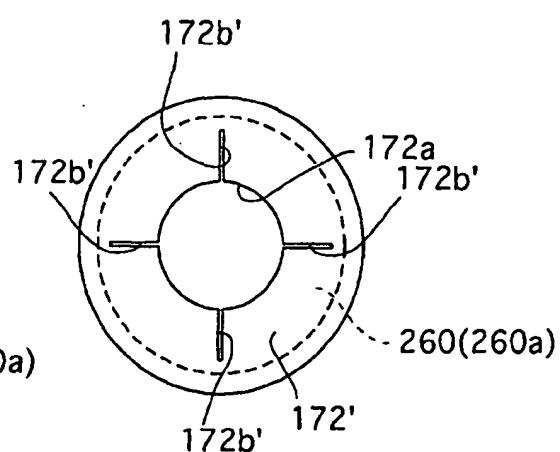


Fig. 20A

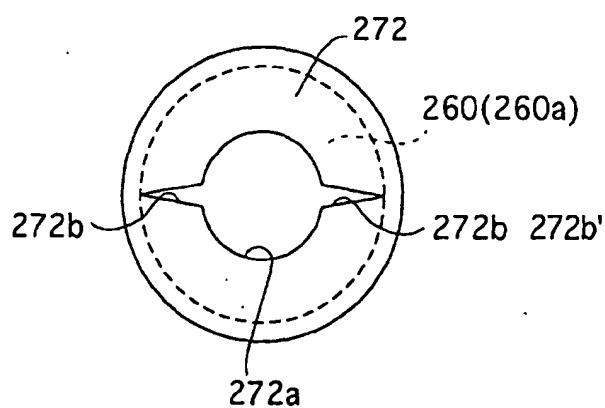


Fig. 20B

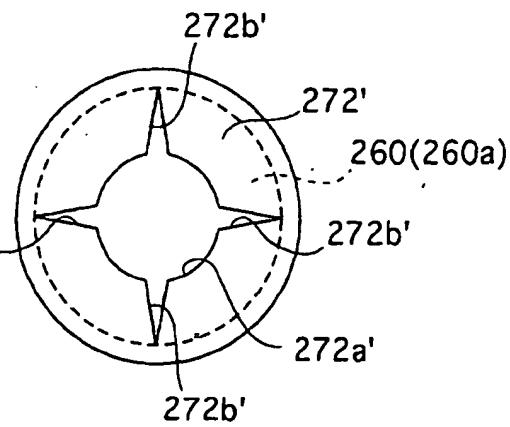


Fig. 21

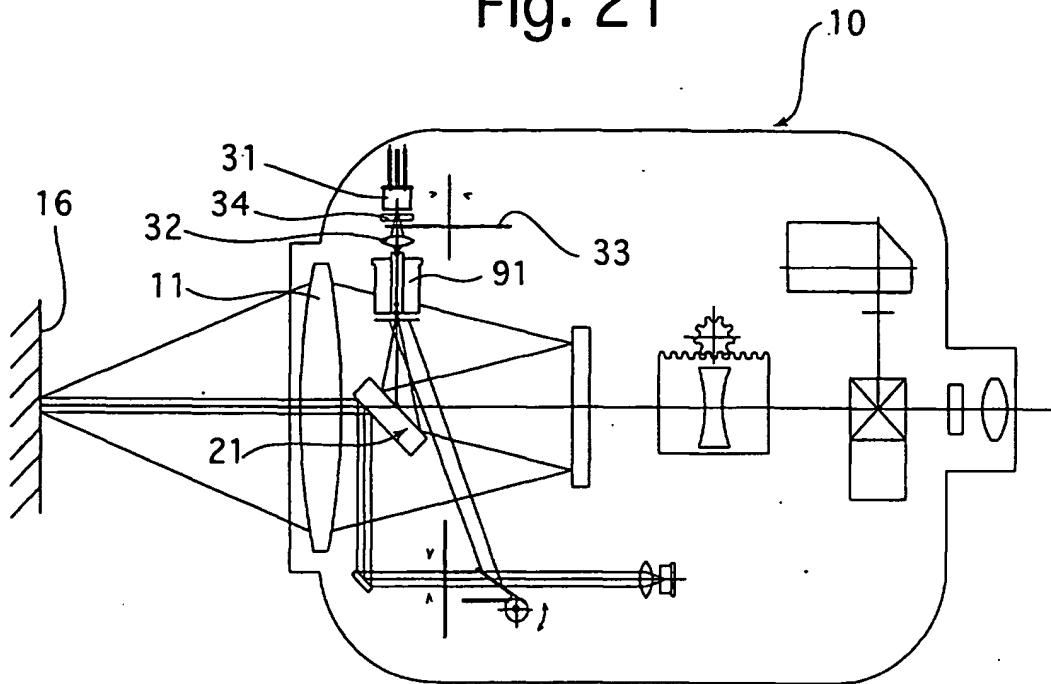
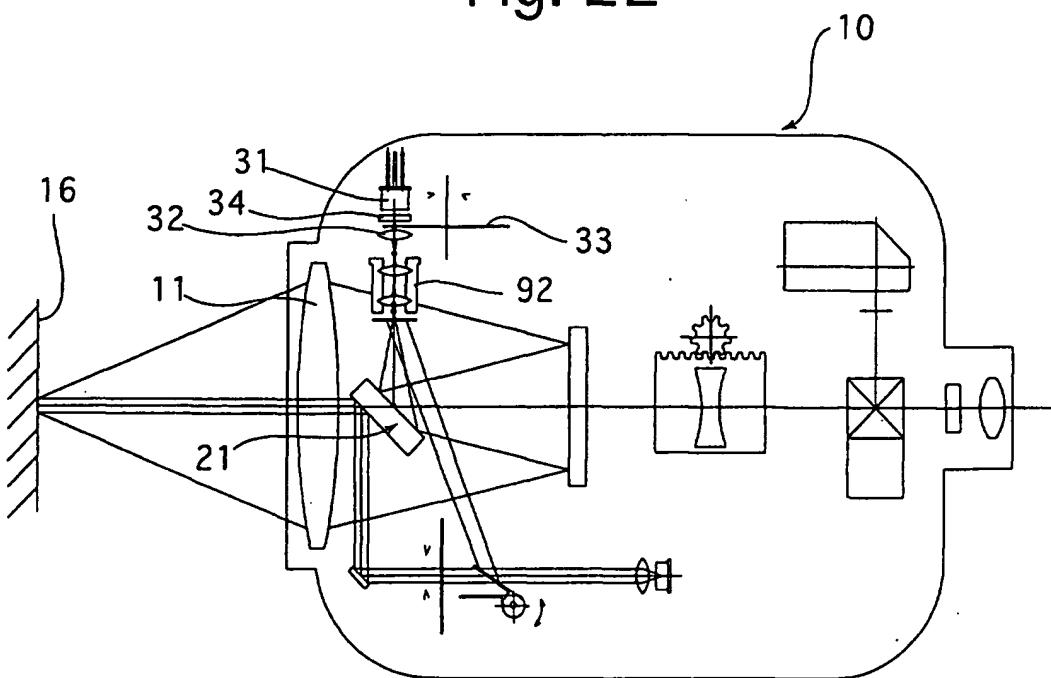


Fig. 22



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**